A. civ.
46
c

Arch. civ. Hederich: H.
46c

(Allab. 84c in fol.)

Anschauliche
Statik des Hochbaues

oder

die gemeinsten Grundzüge der Stand- und Gleichgewichtslehre des Zimmerwerkes in seiner Vergleichung mit dem Mauerwerke.

Ein

Hülfsbuch

für

Bauschüler und angehende Baugewerke, namentlich für Solche, welche Meister werden wollen.

Von

Hermann Hederich.

Mit einem Atlas von 27 Tafeln in Klein-Folio.

Jena,
Druck und Verlag von Friedrich Mauke.

1849.

227. B.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Vorwort.

Die gütige Beurtheilung, deren sich mein „Treppenbau" zu erfreuen hatte, ermuthigt mich, meine Erfahrungen, welche sich auf vieljährige Versuche und Beobachtungen gründen, über die Haltbarkeit der Verbände, sowie der aus diesen entstehenden Verbindungen des Hochbaues der wißbegierigen Jugend darzubieten, obgleich schon eine große Menge Schriften und Werke über den gedachten Gegenstand vorhanden sind; allein es gibt darunter eine große Auzahl, welche, zu umfangreich, dem weniger Bemittelten umzugänglich bleiben oder welche zu gelehrt, vom weniger Geschulten nicht verstanden werden oder welche, zu der großen Masse jener traurigen Machwerke gehörend, der Sucht, Geld zu gewinnen, ihr Daseyn verdankend, den Anfänger irre leiten oder auf der Oberfläche herumführen und ihm ein tieferes Eindringen in das Wesen des bezeichneten Gegenstandes unmöglich machen, erschweren oder verleiden.

Gute Verbindungen, vorzüglich des Zimmerwerkes, sind noch immer etwas Seltenes; nicht einmal die einfachsten Gesetze, auf denen sie beruhen, sind allgemein bekannt. Es fehlt an der Durchforschung und Begutachtung ausgeführter Bauten, nicht allein der neuesten, sondern auch der älteren und zwar vorzüglich der letzteren, weil sich an ihnen die Folgen des Fehlerhaften heraus-

gestellt haben. Es fehlt hierzu die nöthige Anleitung auf den Schulen und der Trieb im einzelnen Meister.

Ich habe mir nicht die Aufgabe gestellt, allseitig die Verbandlehre zu beleuchten, sondern nur das hervorzuheben gesucht, wogegen ich am meisten gefehlt sah. Mein Buch könnte also noch Vieles enthalten, noch manches Nothwendige zergliedern, aber es soll nur ein Fingerzeig seyn, es soll dem jungen Denker den Stoff nur andeuten und ihn aufmerksam machen, wie er denselben zu betrachten habe. Dabei ging ich von dem Grundsatze aus, man müsse dem Anfänger nothwendiger Weise zeigen, unter welchen Umständen Etwas nicht haltbar und unter welchen es haltbar sei; nur wenn man das Schlechte ebenso genau wie das Gute kennt, kann man eine glückliche Wahl treffen. — Ich habe an stehenden Bauten Fehlerhaftes nachgewiesen, damit der Schüler sich überzeugen könne von dem, was ich sage; zeigte ich Mängel, so geschah es nur, um die schwachen, leidenden Stellen und die Mittel zu ihrer Verstärkung oder sie gänzlich zu vermeiden anzugeben; keineswegs aber habe ich dadurch die Ehre dieses oder jenes Baumeisters verletzen wollen, im Gegentheil habe ich stets darauf hingewiesen, wie nachsichtig man in der Beurtheilung der Werke Anderer seyn müsse.

Die geistige Thätigkeit des Zöglings zu wecken und zu beleben, war mein Zweck, ihn selbstständig zu machen, mein unablässiges Bemühen.

Weida. Der Verfasser.

In der Stand- und Gleichgewichtslehre der Baukunst findet man bald, wenn von den Hängewerksverbänden der Zimmerei und dem steinernen Gewölbebaue die Rede ist, bei nur einigem Eindringen in das Wesen derselben, trotz ihrer großen Verschiedenheit, eine überraschende Aehnlichkeit, so daß man sie füglich mit zwei Linien vergleichen kann, welche, wenn sie verlängert werden, nach der einen Seite hin aus einander, nach der andern Seite hin aber zusammenlaufen. Und wirklich haben sie so Vieles mit einander gemein, daß man sagen kann: ihrem innern Wesen nach beruhen sie auf gleichen Grundsätzen.

Der die einzelnen Bestandtheile zu einem wohlgereimten Ganzen zusammenfügende Theil der Baukunst hat überall in seinen Zusammenfügungen oder Verbänden einen höchst wichtigen Umstand zu berücksichtigen und man muß denselben dem angehenden Baumeister gehörig vor Augen führen. Es ist dies die natürliche Schwere der Körper, welche wir zu unseren Stein- und Holzverbindungen verwenden, und diese Schwere nennen wir Last, die gar häufig durch andere unseren Verbindungen aufgebürdete Gegenstände bedeutend vermehrt wird. Sie steht dem Baumeister feindlich gegenüber, sie rächt sich unerbittlich an seinen Entwürfen, wenn er nur im Mindesten vergaß, sie zu berücksichtigen und zu überwinden.

Man hat Versuche gemacht und Beobachtungen darüber angestellt, „wie stark" man bauen müsse, damit man ohne

Nachtheil baue. Man hat geschrieben und gerechnet, kleine und große Tabellen angefertigt; aber leider ist das Meiste, ja fast Alles hiervon, dem ausführenden Meister unverständlich und unbrauchbar.

Die freiliegenden Theile unserer Baulichkeiten haben das Bestreben, herabzufallen, und wenn sie das nicht können, sich einzubiegen oder zu zerbrechen. So z. B. lege man ein 20′ langes, 6″ ins Gevierte gehauenes Stück Holz an seinen beiden Enden auf, so daß es seiner ganzen Länge nach frei liegt, und man wird alsobald eine Einbiegung gewahren. Mit Hülfe mathematischer Rechnung finden wir: wie stark das Holz seyn müsse, daß es sich nicht biege, und finden: wie stark es seyn müsse bei einer bestimmten Last, welche man darauf legt. — Aber wie läßt sich's dann berechnen, wenn das Holz im Sommer, wo es seine nährenden und stärkenden Säfte beim Behauen verliert, oder im Winter gefällt wurde? Wie läßt sich's berechnen, wenn das Holz auf mastigem oder magerem Boden erwuchs, das Holz also spröde oder zähe ist? Wie läßt sich's berechnen, wenn das Holz auf der Mittags- oder Mitternachtsseite erwuchs?

Der Praktiker, welcher seiner Kunst ernstlich nachging, erfährt gar bald: wie viel Last er diesem oder jenem Stücke anvertrauen dürfe; er weiß und lernt es aus Erfahrung.

Stellt der praktische Meister seine Erfahrungen zusammen, untersucht und prüft er sie, so wird er sich bald ein Lehrgebäude aufrichten können; er wird sinnreiche und haltbare Zusammenstellungen machen und nicht leicht vor einer schwierigen Aufgabe zurückbeben.

Und diese Erfahrungssätze sind so klar und so einfach, daß man sich wundern möchte, wenn man sieht, wie sie einestheils mit so geheimnißvoller und überaus wichtiger Miene behandelt werden, anderntheils sie so häufig aus völliger Unkenntniß ganz unberücksichtigt liegen bleiben.

Der Gewölbebau wurde schon frühzeitig ausgebildet und fand im Mittelalter seine höchste Vollendung; zart und kühn sind die Gewölbe jener Zeit. Die Zimmerkunst dagegen lag bis vor Kurzem in tiefem Dunkel. Eine lange Zeit hindurch, vorzüglich zur Zeit des Zopf- oder Perückenstiles, der sich über das gesammte Bauwesen verbreitet hatte, litt auch die Zimmerkunst an einer merkwürdigen Schwerfälligkeit, indem das stärkste Holz in größter Menge verwendet wurde; fast durchgängig finden wir z. B. an Kirchen und ähnlichen Gebäuden jener Zeit Sparren von 12 Zoll Stärke an ihrem oberen Ende, während wir jetzt dieselben 6 bis 7 Zoll annehmen, wenn sie sehr stark seyn müssen. Fig.

Erfahrungen durch mehrere Jahrzehnte waren nöthig, ehe der Meister leichteres Material verwenden und leichtere Verbindungen desselben unternehmen konnte. Diese Erfahrungen nennen wir technostatische Erfahrungen, und das Lehrgebäude derselben Technostatik.

Die Technostatik unserer bürgerlichen Baukunst ist höchst einfach, und ihre Grundsätze, die wir nun betrachten wollen, lassen sich ohne große Schwierigkeiten erklären.

Die Anforderungen, welche in technostatischer Beziehung an den Baumeister gestellt werden, sind folgende:

Alle Theile eines Bauwerkes dürfen sich weder verschieben, noch einbiegen oder gar zerbrechen.

Wie diesen Anforderungen genügt werden könne, wollen wir untersuchen.

Legen wir einen Körper von 2′ Länge, 2′ Breite und 2′ Höhe (Fig. 1) auf eine ebene Fläche, so drückt er mit seiner 1.
Grundfläche, welche 4 □′ groß, auf die Fläche ab. Wiegt der Körper 800 Pfund, so sind diese 800 Pfund auf 4 □′ vertheilt. Ist die Fläche hart oder fest genug, so verändert der Körper seine Lage nicht; ist sie weich, so wird er so lange

Fig. einsinken, bis sich die Masse unter ihm genugsam verdichtet hat.

Denken wir uns den Körper zerlegbar (er enthält 8 c′) und bilden aus ihm einen Körper, welcher 8′ lang, 1′ breit und 1′ hoch ist, so beträgt seine Grundfläche 8 □′ und die
2. Last von 800 Pfunden wirkt jetzt, wie aus Fig. 2 erhellt, auf eine 2mal so große Fläche, als in Fig. 1. Wäre in Fig. 1 die Fläche, welche den Körper trägt, eben fest genug, der Last zu widerstehen, so würde in Fig. 2 bei derselben Festigkeit an ein Einsinken nicht zu denken seyn.
3. Stellen wir aber denselben Körper senkrecht, Fig. 3, so wirkt die Last an Einem Quadratfuß, und die widerstehende Festigkeit des Bodens müßte gegen Fig. 1 viermal so groß seyn. Gegen Fig. 2 müßte sie, wenn sie eben hinreichend wäre, jenen Körper zu tragen, 8mal größer seyn.

Es springt in die Augen, daß, wenn Fig. 3. auf einen Boden gestellt würde, welcher eben fest genug wäre Fig. 1 zu tragen, man ihm eine eben so große Grundfläche wie dort geben müßte, nämlich eine Grundfläche von 4 □′. — Stellte man denselben Körper auf den Boden, welcher eben zum Tragen von Fig. 2 ausreicht, so muß die Grundfläche 8mal so groß seyn, also 8 □′ halten. Für den Baumeister entspringt hieraus die sehr wichtige Lehre: die Grundwerke um so breiter anzulegen, je höher die Gebäude werden sollen, oder je weicher der Boden sich vorfindet.

Von den die Verstärkung der Grundwerke bezweckenden Mitteln zu sprechen, ist nicht meine Absicht; ich will die freiliegenden Gebäudetheile behandeln.

Betrachten wir zunächst den wagrecht freiliegen-
4. den Körper Fig. 4. Er liegt auf 2 Mauern einige Zolle auf, so daß er sicher genug liegt, ohne herabzufallen.

Ein Werkstück aus Sandstein, wie wir es bei unseren Bauten zu Fenster- und Thürüberdeckungen verwenden, wird ganz ruhig und gut liegen bleiben, wenn die Unter-

stützungsmauern 3′ bis 4′ weit von einander stehen und das Fig.
Werkstück eine Stärke von etwa 9″ bis 10″ hat. — Be-
trägt die Entfernung der Mauern 6′ oder mehr, so bricht
er in oder nahe in der Mitte entzwei, indem zuerst die Un- 5.
terkante berstet. Beim Einbiegen, welches dem völligen Zer-
bersten vorausgeht, muß sich die untere Seite ausdehnen.
Besitzt das Material wenig Dehnbarkeit oder Elasticität, so
folgt das Bersten sehr schnell. — Hiernach unterscheidet
sich unser Material in Deutschland von dem der Griechen
und Römer wesentlich, da sie ihre Marmorblöcke auf 6′,
8′ und weiter freilegen konnten.

Ganz ähnlich verhält sich das Holz. Ein Balken von
etwa 10″ Stärke wird auf eine freie Weite von 12′ bis
15′ ruhig liegen; bei 20′ wird er sich abwärts biegen; bei
noch größerer Weite bricht er.

Ebenso wird bei zu großer Länge der Körper brechen,
wenn er nur in der Mitte unterstützt ist, Fig. 6. Hier ist das 6.
Bestreben des Ausdehnens an der obersten Fläche, darum
auch das Bersten daselbst erfolgt.

Soll das Zerbrechen eines solchen Körpers verhütet
werden, so muß er drei Unterstützungen erhalten, wie
Fig. 7 zeigt. Er wird sich weder in der Mitte, noch an 7.
beiden Enden abwärts biegen können. — Hat man dem
Körper eine solche zu große, sein Zerbrechen nach sich zie-
hende Länge gegeben, welche der am nächsten kommt, bei
der er in Ruhe bleibt, so kann derselbe Körper auch mit
nur 2 Unterstützungen versehen werden, wie Fig. 8 dar- 8.
stellt, indem man die eine — oder auch beide Unterstützun-
gen vom Ende nach der Mitte hineinrückt. — Zu diesem
Hülfsmittel muß vorzüglich der Zimmermeister öfters grei-
fen, wenn die unterstützenden Theile selbst nicht begründet
werden können.

Bei schiefstehenden Körpern kann die Unterstützung
verschiedenartig seyn.

Fig. Unterstützung schiefstehender Körper kommt vorzugsweise in der Zimmerkunst vor, und namentlich sind es die Dachsparren und Strebebänder, welche in den verschiedenen Dachverbänden u. s. f. mit Aufmerksamkeit behandelt werden müssen.

Zuvörderst wollen wir zusehen, welche Bestrebungen
9. dem schiefstehenden Körper ab Fig. 9 eigenthümlich sind. Er stehe bei a auf der ebenen glatten Fläche d g in einem beliebig spitzen Winkel. — Hat er bei b keinen Unterstützungspunkt, so wird er mit seinem Ende b auf g fallen, wenn sein Ende oder der Fußpunkt a unverrückt bleibt, was jedoch auf einer glatten Ebene nie der Fall ist, sondern a gleitet etwas nach d hin und wieder ein wenig nach g zurück. — Die vollständige Kreislinie bg beschreibt er erst dann, wenn der unterste Punkt bei a auf der Ebene dg befestigt ist.

10. Hat der schiefstehende Körper ab Fig. 10 bei c eine feste Unterstützung, so kann er mit seinem oberen Ende b nicht sogleich nach e herabfallen, sondern er gleitet auf der Ebene dg nach d hinaus, bis b den Unterstützungspunkt c überschritten hat, in welcher Lage er sich bei a′ b′ befindet. Von c weg würde er nach e′ fallen, wenn er nicht über a′ hinausrutschte, von da aus er nach e″ herabfallen sollte, wie Fig. 9 zeigte. Allein hier ist die Bewegung eine andere geworden, und die Falllinie für b′ geht nach m herab.

Dem Baumeister ist übrigens sehr gleichgültig, nach welcher Linie der Körper fällt; denn er soll dessen Fall verhüten. Genug daß er weiß, in welcher Lage ein Körper falle.

Diese Falllinien haben auch in jedem besonderen Falle eine andere Gestalt, welche sich stützt auf die Ausdehnungen, Schwere und den Neigungswinkel des Körpers, und sind, wie schon gesagt, ohne sonderlichen Nutzen. Wohl aber wollen wir berücksichtigen, daß es nicht einerlei ist, ob der

Neigungswinkel des schiefstehenden Körpers ein großer oder Fig.
ein kleiner sei.

Die glatte Ebene, auf welcher der Körper stehe, sei f m. 11.
Am Endpunkte derselben steht der Körper m e lothrecht; dieser hat nicht das Bestreben, fortzugleiten, sondern er steht vollkommen in Ruhe. Wird der Körper m a bei a unterstützt, so befindet er sich ebenfalls im Zustande der vollkommenen Ruhe, hat aber das Bestreben (mit dem Gewichte seiner halben Last) niederwärts zu fallen. — Der im halben rechten Winkel stehende Körper m c nimmt mit seinen Bestrebungen, von m nach f hin zu gleiten und mit c nach a herabzufallen, den mittleren Rang zwischen den m e und m a ein, d. h. er gleitet mit eben der Macht aus, als er sich bestrebt niederzufallen. — Hat der Körper die Lage m b, so ist sein Bestreben niederzufallen stärker, als das fortzugleiten. — Der Körper m d hat weniger Bestreben, fortzugleiten, aber auch weniger Bestreben, umzufallen.

Anschaulicher wird dieß, wenn zwei schiefstehende Körper verbunden werden. In Fig. 12 stehen die beiden a b 12.
und c b ziemlich steil, in Fig. 13 sehr schräg. Es leuchtet 13.
von selbst ein, daß letztere weit eher zum Fortrutschen geneigt sind als die in Fig. 12. Ich erinnere hier an das Kinderspiel: Häuschen von Kartenblättern zu bauen. — Wollte man das Ausgleiten durch eine Unterstützung o b hindern, so ist wohl eben so leicht zu erkennen, daß die Unterstützung in Fig. 13 weit stärker seyn muß als in Fig. 12. Werden die Körper beider Figuren in b gut unterstützt, so üben dieselben an ihren Fußpunkten a und c nur noch einen senkrechten Druck aus, weil die Körper nur bemüht sind, von a und c nach m
(Fig. 14) herabzufallen, woran sie die Ebene d g hindert. 14.

Sind die beiden Körper a b und c b gleichschwer, so gleitet a ebensoviel nach d hin, als c nach g, und b fällt senkrecht auf o herab. Der Körper b c bestrebt sich, nach p, der

Fig. ab nach q zu fallen und so steht jedem Körper die gleich große Last des anderen entgegen.

Ist ein Körper schwerer als der andere, so fallen sie zwar auch, b geht aber nicht in lothrechter Richtung nieder, sondern die Falllinie wird eine krumme, vorausgesetzt, daß sie in b mit einander fest verbunden sind.

15. Sind zwei ungleichschwere Körper ab und cb Fig. 15 mit einander (jedoch nicht fest) verbunden, so fällt der schwerere cb zuerst, drückt den leichteren ein wenig aufwärts und verhindert dadurch dessen Fallen auf kurze Zeit, wogegen der letztere etwas schneller von a nach d hinaus gleitet. Wäre der Körper cb auf dg befestigt, so fiele er nach der Linie bx, müßte also den leichteren Körper aufwärts drücken, welches Bestreben er auch wirklich hat. Da er aber auf der glatten Ebene dg ausgleitet, so fällt er von b nach m, wird also den leichteren Körper nur sehr wenig heben, und dann vermöge seiner größeren Schwere schneller fallen,
16. als der leichtere, welcher sich auf ihn legt, wie Fig. 16 zeigt.

17. Die beiden Körper ab und cb Fig. 17 werden etwas anders fallen, wenn a und c unverrückbare Punkte sind, was dadurch bewirkt wird, daß man ihnen eine Last, welche mindestens eben so groß ist, als beide Körper zusammen, entgegensetzt.

Es sei der Körper ab = 10 Pfund, cb = 30 Pfund, so wird ab das Bestreben haben, mit der Hälfte seiner Last = 5 Pfund den Körper cb wegzudrücken, um frei niederfallen zu können. Ebenso drückt cb mit der Hälfte seiner Last = 15 Pfund auf ab. Beide Körper haben ebenso das Bestreben, ein jeder mit der Macht seiner halben Last, aus einander zu gleiten. Hiernach ist wohl leicht einzusehen, daß, um das Gleichgewicht herzustellen oder das Fallen beider Körper zu verhüten, die beiden Lasten y und z, jede 20 Pfund mindestens ihnen entgegengesetzt werden müssen.

Wären beide Körper mit einander bei b fest verbunden, Fig.
so würden sie jetzt in Ruhe stehen. Legte man aber bei b eine anderweite Last auf sie, die sie tragen müßten, so müßten die Lasten y und z um so viel größer gemacht werden, als die neuaufgelegte Last beträgt. — Die beiden dem Drucke der Körper entgegengelegten widerstrebenden Lasten y und z nennt man Widerlager, und den Druck, den beide Körper auf die Widerlager ausüben, nennt man Seitenschub.

Sind beide Körper in b nicht fest mit einander verbunden, so fallen sie nieder, und zwar zuerst der schwerere.

Somit wäre das Hauptsächlichste des Fallens freistehender Körper in ihrer einfachsten Verbindung erklärt; das Fallen wird immer in der besprochnen Weise geschehen, es ist auch einerlei, ob der Körper kurz oder lang sei. Anders ist es jedoch mit dem Stoße oder Schlage, welcher durch den fallenden Körper erzeugt wird. Offenbar erfolgt ein um so stärkerer Schlag, je mehr Last der Körper hat oder je länger er ist. Wie stark ein solcher Schlag unter verschiedenen Bedingungen sey, machen wir nicht zum Gegenstande unsrer Untersuchung; dagegen ist uns zu wissen nöthig, daß das Gewicht eines Körpers um so größer werde, je weiter er ohne Unterstützung freiliegt.

Liegt in Fig. 18 der Balken cb von a bis b frei und man 18.
müßte bei c einen Zentner aufsetzen, damit er nicht falle, so ist, wenn ein andrer Balken von derselben Stärke und Höhe doppelt soweit hinausragt, ein bei d aufgesetztes Gewicht von 2 Zentnern durchaus nicht im Stande, ihn gegen das Herabfallen zu schützen. Seine Falllinie wird ungefähr gq.

Wie das Gewicht eines solchen überragenden Körpers zunehme, kann man durch einen einfachen Versuch erfahren, ohne daß man künstliche Rechnungen anzustellen braucht. —
Ich nahm hierzu einen Zollstab von 12 Zoll Länge, der an 19.
Gewicht $1\frac{1}{2}$ Loth = 6 Quentchen hatte. Bei 6 Zoll lag er im Gleichgewicht; a 6 zeigt die Unterstützung an. Bei 7 Zoll

Fig. Ueberragung (67 zeigt die Unterstützung an) mußten bei x am Ende des Stabes $1^2/_3$ Quentchen aufgelegt werden, um das Gleichgewicht herzustellen. Bei 8 Zoll Ueberragung — die Unterstützung geht bis c 8 — mußten $3^2/_3$ Quentchen aufgelegt werden. Bei 9 Zoll mußten 6 Quentchen aufgelegt werden, bei 10 Zoll $12^1/_2$ Quentchen und bei 11 Zoll 25 Quentchen. — Man sieht also, daß das Gewicht des überragenden Theils Zoll für Zoll um das Doppelte anwächst. — Ist dieß auch keine sichere Gebrauchstafel, so ist es doch hinreichend, dem Anfänger eine ungefähre Anschauung beizubringen. Die Mathematik gibt auch hierzu sichere Berechnungen.

Ist der Körper bis 6 unterstützt, so sagt man, der Theil 1 bis 6 sei ein Hebelarm, und zwar gleich dem Hebelarme 6 bis 12. — Ist der Körper in 7 unterstützt, so ist der Hebelarm 1 bis 7 um 1 Zoll größer geworden u. s. f.

Behalte ich das Ergebniß der Untersuchung bei, so geht daraus hervor, daß, wenn eine Last von 6 Quentchen gehoben
20. werden müßte und der Stab wäre bei 9 in Fig. 20 unterstützt, die geringfügigste Kraft dazu gehört, sie zu heben. Legt man dagegen die 6 Quentchen auf das Ende des langen Hebelarmes, so muß am Ende des kurzen Hebelarmes eine Kraft
21. von 16 Quentchen aufgewendet werden, um die Last a Fig. 21 zu heben.

Die Lehre vom Hebel ist wichtig, doch für den gewöhnlichen Praktiker genug, wenn er sich durch solche Versuche eine Kenntniß derselben verschafft. Habe ich doch Bauten von Architecten gesehen, in welchen auf unverzeihliche Weise gegen diese einfachen Regeln gesündigt worden war, wie später gezeigt werden soll. Hat sich der Meister eine nur oberflächliche Kenntniß verschafft, so wird er keinen Fehler begehen.

Daß bei stärkeren Bauhölzern ganz andere Gewichte angewandt werden müssen, versteht sich von selbst.

Was dem Baumeister aber besonders wichtig ist, ist, daß

er wisse, wieviel fremde Last er dem überragenden Theile auf- Fig.
bürden dürfe, ohne eine Veränderung seiner Lage, ein Bie-
gen oder gar Zerbrechen zu bewirken. — Die Fälle, welche
hierauf bezüglich vorkommen, sind so mannichfach, daß man
eine große Tafel für sie anfertigen könnte, die aber einem ge-
sunden Menschenverstande vollkommen entbehrlich bleibt; ei-
nige Versuche verschaffen die nöthige Einsicht.

Ehe wir zu den Zimmerwerksverbänden übergehen, ist
noch etwas über den Schwerpunkt zu sagen nöthig. —
Jeder Körper hat einen Schwerpunkt, welcher an regelmäßi-
gen Figuren leicht auszumitteln ist. In einem Vierecke Fig. 22 22.
liegt er in der Mitte, im Durchschneidungspunkte o der bei-
den Diagonalen oder im Durchschneidungspunkte der bei-
den Halbirungslinien. — In einem Dreiecke Fig. 23 a und 23.
b liegt er auf den Halbirungslinien der Seiten; o ist der
Schwerpunkt. — In einem von winkelrecht auf einander ste-
henden Ebenen eingeschlossenen oder begrenzten Körper Fig. 24 24.
liegt der Schwerpunkt auf den sich durchschneidenden Diago-
nalen, welche aus einem Eck in das gegenüberliegende gehen;
die sich schneidenden Diagonalen sind ah, fc, be und gd.
Der Schwerpunkt liegt hiernach lothrecht unter der Mitte der
oberen Ebene fgh e und lothrecht über der Mitte der unte-
ren Ebene abcd, ebenso liegt er winkelrecht der Mitte jeder
anderen Ebene gegenüber, wie an der adef gezeigt ist. Die
beiden Diagonalen ae und fd schneiden sich in o, und die
winkelrechte Linie von o geht durch den Schwerpunkt n. —
In unregelmäßigen Körpern wird es oft sehr schwierig, den
Schwerpunkt zu finden; doch die Baukunst hat mit solchen
Körpern sehr wenig oder gar nichts zu thun. — Die Pyra-
mide ist ein ganz einfacher regelmäßiger Körper, das Aufsu-
chen des Schwerpunktes verursacht jedoch schon etwas mehr
Umstände als in den vorhin betrachteten Figuren. In der
vierseitigen Pyramide Fig. 25 A und B ist r der Schwer- 25.
punkt. Halbire alle Seiten qz, qf, fz, fm, mz in A,

ziehe nach ihnen wie in Fig. 23 die Linien gf, qi und zm, fu, mi und zt u. s. f., so erhält man die Schwerpunkte der äußeren Flächen in o, n u. s. f.; diese Schwerpunkte liegen in einerlei Höhe (siehe Fig. B.). Von den Punkten o, n u. s. f. zieht man Linien in die gegenüberliegenden Eckpunkte. So in Fig. 25 A von n nach o, von o nach b, die sich in r und zwar auf der Höhenlinie az durchschneiden. — In der geometrischen Ansicht B sucht man nach der bekannten Weise den Schwerpunkt o, geht von ihm wagrecht nach m oder n, und von m nach f oder von n nach q, so ist, wo die Linie nq durch die senkrechte az geht, der Schwerpunkt r.

Die Haupteigenschaft des Schwerpunktes ist die, daß, wenn man einen Körper zerschneidet und die Schnittebene durch den Schwerpunkt legt, der Körper in 2 gleiche Theile zerfällt. Denkt man sich die Linie za Fig. 25 B als Schnittlinie, so erhält man die beiden gleichen Theile zaq und zaf. Denkt man sich ferner die Linie xy als Schnittlinie, so zerfällt die Pyramide in die beiden gleichen Theile xyz und xyfq. — Will man von der Richtigkeit dessen Ueberzeugung gewinnen, so suche man den Würfelgehalt des ganzen Körpers und nehme davon die Hälfte, so muß diese dem Würfelgehalte der kleinen Pyramide xyz gleich seyn.

Den Würfel- oder Kubikinhalt einer Pyramide findest Du, wenn Du den Flächeninhalt (Quadratinhalt) der Grundfläche mit dem dritten Theile der Höhe multiplicirst.

Aus den vorstehenden Figuren ersehen wir sofort, daß der Schwerpunkt keineswegs immer im Mittel des Körpers liegen könne, sondern sich nach der vorhandenen Masse des Körpers richtet. In Fig. 25 B liegt der Schwerpunkt nahe am sechsten Theile der ganzen Höhe az, während er in Fig. 24 gleichzeitig der Mittelpunkt des Körpers ist.

Je tiefer in einem Körper der Schwerpunkt liegt, d. h. je mehr er sich der Grundfläche des Körpers nähert, desto mehr ist der Körper gegen das Umfallen oder Umstoßen gesichert.

Diese Sicherheit wird aber noch vermehrt, wenn der Körper Fig.
eine größere Grundfläche oder auch eine geringere Höhe
hat. — Ein Körper, in welchem Beides — eine große
Grundfläche und eine geringe Höhe — vereinigt ist, hat die
größte Standhaftigkeit. So z. B. steht Fig. 26 nicht so sicher 26.
als Fig. 27, der Körper in Fig. 29 steht viel sicherer als 27.
Fig. 28, der Körper Fig. 30 steht viel sicherer als Fig. 29. 28. 29.

Der Schwerpunkt in Fig. 30 wird gefunden, wenn man 1) den 30.
Schwerpunkt a des gemachten Vierecks c d f g, und die Schwerpunkte o und i der beiden Dreiecke c g b und d f e sucht; 2) wenn man die drei Schwerpunkte o, a und i zu einem kleineren Dreieck verbindet und für dieses den Schwerpunkt sucht.

Die Lehre vom Schwerpunkte ist ebenfalls eine sehr wichtige, und ist dem Baumeister anzurathen, daß er nachhaltig darüber nachdenke und Versuche anstelle. Hiernach wird er bald erkennen, daß hohe Gebäude breit begründet werden müssen, oder wenn das nicht angeht, er zu künstlichen Hülfsmitteln zu greifen genöthigt ist. — Einer Mauer oder sonst einer Wand, welche Seitendruck zu erleiden hat,
wird man eine größere Grundfläche geben, wie Fig. 31 zeigt, 31.
wo a die Richtung einer wirkenden Kraft oder Last andeutet. — Einem senkrechtstehenden Bauholze a b Fig. 32 wird 32.
der Zimmermann schräge Stücke ansetzen, um es gegen das Umfallen zu sichern. Je näher die Fußpunkte c und d nach a herankommen, desto geringeren Widerstand können die Streben oder Bänder c g und d e leisten, während sie um so wirksamer sind, je weiter sie von a abstehen.

Nimmt man das Lagerholz oder die Schwelle i h als unbiegsam an, wie meistens der Fall ist, so hat man durch die angesetzten Streben c g und d e ein festes Dreieck gebildet, welches sich nicht verändert. Wirkt nun bei b Fig. 32 eine Kraft oder Last, so ist das senkrechtstehende Stück der Hebelarm, welcher ihr widerstehen soll. — Ist aber die einwirkende Last größer als die Festigkeit des widerstehen-

Fig. den Holzes, so wird sich dasselbe biegen oder brechen. Die
Biegung geht zunächst an den Punkten c und g vor sich,
weil daselbst das Holz durch die eingelochten Zapfenlöcher
33. geschwächt wurde, Fig. 33.

Kann man voraussehen, daß die Festigkeit des Holzes nicht hinlänglich sey, so rückt man die Streben über g und e hinauf. Je höher man geht, desto kürzer wird der Hebelarm, desto geringer wird die Einwirkung der fremden Last. Geht man bis nahe an das Ende b, so kann die einwirkende Last nicht mehr nachtheilig werden, weil der Hebelarm auf sein Kleinstes (Minimum) zurückgeführt wurde,
34. Fig 34. — Ist die Last aber noch bedeutender, obgleich sie
b nicht mehr abbrechen kann, so wirkt sie anderweit zerstörend ein. Sie drückt den Ständer ab mit aller Macht gegen die Strebe cg, daß die Längenfasern gequetscht werden
35. Fig. 35 und die Strebe bei g sich einfrißt. Hört hier das
nachtheilige Einwirken noch nicht auf, so hebt sich die Säule
36. ba aus ihrem Zapfenloche, desgleichen die Strebe ed, Fig. 36,
und die ganze Verbindung wird umgedrückt; c ist der Drehpunkt, g und b gehen nach g′ und b′ u. s. f. und der Umsturz ist erfolgt.

Jetzt entstehen zwei Fragen: 1) Wie groß ist die Last, welche eine solche Verbindung umzustürzen im Stande ist? 2) Kann man eine derartige Verbindung nicht durch künstliche Hülfsmittel gegen das Umstürzen schützen?

Beide Fragen werden später, so weit es thunlich und nothwendig, beantwortet werden. Jetzt nur so viel, daß man die Streben bei c und d weiter aus einander rücken, d. h. die Grundfläche des Dreiecks vergrößern kann, wenn es der Raum zuläßt.

Das letzte Beispiel lenkt unsere Aufmerksamkeit noch auf einen Gegenstand, den wir besprechen müssen.

Wir sprachen von einer fremden Kraft oder Last, welche bei b einwirke. — Mit „Kraft“ haben wir im gesammten

Bauwesen fast gar nichts zu thun. Ein todter Körper, wie ein Stein, ein Stück Holz, eine Dachziegel u. s. f., kann keine Kraft entwickeln, er hat nur eine Last, mit welcher er den unter ihm liegenden Körpern beschwerlich wird. Legen wir mehrere Dachziegeln auf einander, so werden die untersten gedrückt, nicht weil die oberen mehr Kraft besitzen, sondern weil ihre Last zu groß wurde.

„Kraft" kann man im rechten Verstande nur da gebrauchen, wo von der einem Körper innewohnenden Festigkeit die Rede ist, wie z. B. von einem Holze, welches freiliegend eine große Last tragen kann, ohne zu brechen. Allein auch dieses ist keine Kraft, sondern nur eine Festigkeit — relative oder rückwirkende Festigkeit — welche ihm innewohnt. Diese Festigkeit kann ohne fremde Einmischung nicht verkleinert und nicht vergrößert werden. Die thierische Kraft aber kann aus freiem Willen geschwächt und gestärkt werden. Ein todter Körper kann sich nicht fortbewegen, hat keine Kraft. — Anders ist es mit einer Maschine — Dampfmaschine —, welche thierischer Kraft gleichgemacht wird. — Nach der Last können wir erst die Kraft messen.

Die Lasten, welche wir in unseren todten Körpern verarbeiten, wirken, jenachdem wir sie mit einander in Verbindung setzen, nach allen Richtungen, lothrecht und schief, auf- und niederwärts und wagrecht.

Die Wirkungen der Lasten unschädlich zu machen, ist die Hauptaufgabe des Baumeisters. Es kommen jedoch hierbei so viel Nebendinge in Betracht, oftmals wirkliche Kleinigkeiten, daß die Aufgabe dennoch mit Umsicht und Bedacht behandelt werden muß. — Diese Kleinigkeiten bestehen meist in der Kenntniß oder Unkenntniß der Baumaterialien; nur eine scharfe Beobachtung der Baulichkeiten, nur die Anschauung lehrt sie uns kennen; in der Folge kommen wir auf sie zurück.

Jetzt wollen wir die Eigenschaften der Last im Allge-

Fig. meinen kennen lernen, so weit es zu unserem Zwecke nöthig ist und wie sie sich in unseren Verbindungen äußert.

Jede Last hat das Bestreben, wenn sie über die Erdoberfläche erhoben wird, nach dieser unfreiwillig zurückzukehren. Alle Körper werden von der Erde angezogen; je mehr Masse ein Körper enthält, desto größer ist diese Anziehung. Ein Sandsteinwürfel wird weit stärker als ein ebenso großer Holzwürfel von der Erde angezogen, weil seine Masse dichter, also in größerer Menge im gleich großen Raume vorhanden ist.

Will man nun einen Sandsteinwürfel über der Erdoberfläche erhalten, so muß man ihm eine hinreichend starke Unterstützung geben. Ein ebenso großer Holzwürfel wird zwar auch von der Erde angezogen und er will in derselben Richtung herabfallen, jedoch wird er durch eine weit schwächere Unterstützung zu erhalten seyn.

37. In Fig. 37 liegt ein Körper a auf einem Gestelle b. Die Last des Körpers denkt man sich in seinem Schwerpunkte vereinigt, und wirklich äußert sie sich in demselben am stärksten. Der Körper will senkrecht herabfallen, und diese Fallrichtung deutet man durch einen senkrecht stehenden Pfeil an. — Daß der Körper a nicht niederfallen könne, lehrt der Augenschein; er kann nicht fallen, weil er auf einer wagrechten Ebene aufliegt.

38. Liegt wie in Fig. 38 ein Körper d auf einer schiefen Ebene bc, so will er nach y herabfallen und übt deshalb auf die Ebene bc einen Druck aus. Die Ebene bc hindert den Körper, nach y herabzufallen, und nöthigt ihn, nach x zu gehen; sein Fall wird also in zwei Richtungen zertheilt, mithin auch die Macht oder Größe seiner Last. Der Körper geht nieder- und seitwärts zugleich, bis er mit seiner vordersten Kante in b angelangt ist, da, wo die schiefe Ebene aufhört und sich mit einer wagrechten verbindet. — Ist der Körper in b angelangt, so wird er in der Richtung

x auf die wagrechte Ebene einen Druck ausüben, sowie er Fig.
auf die schiefe Ebene bc den senkrechten Druck ausübt.

Nach welcher Richtung der Druck größer sey, läßt sich durch Zeichnung darstellen. Betrachten wir die beiden Figuren 39 und 40, so finden wir, daß die schiefe Ebene bc, auf welcher der Körper liegt, in Fig. 40 steiler, als die in Fig. 39 ist. Die bloße Anschauung lehrt es, daß der Kör- 39.
per in Fig. 40 schneller herabgleiten muß; aber wir über- 40.
zeugen uns hiervon auch durch folgendes Linienspiel. — Da der Körper, um bis zum Fuß der schiefen Ebene zu gelangen, ebensowohl eine senkrechte Höhe herabgehen muß, als auch eine wagrechte Entfernung zurückzulegen hat, so ziehen wir vom Schwerpunkte a eine senkrechte und eine wagrechte Linie ya und za. Die Richtungslinie xa, gleichlaufend mit der Ebene bc, ist schon vorhanden und gilt als Diagonale eines Vierecks azxy; zieht man in beliebiger Entfernung die wagrechte yx, so ergibt sich die senkrechte xz von selbst. Man nennt dieses Viereck das Parallelogramm der Kräfte, indem man sich vorstellt, der Körper werde von 2 Kräften y und z gezogen, wodurch nun die Richtung nach x entstehe.

Daß der Körper nach y (von der Anziehungskraft der Erde) gezogen werde, ist richtig; daß er aber von einer Kraft nach z gezogen werde, ist falsch. Denn er würde den Weg seiner natürlichen Schwere zurücklegen, wenn ihn nicht die schiefe Ebene daran hinderte.

Vergleichen wir nun die beiden Vierecke ayzx, so finden wir in Fig. 39 die Linie xy größer als xz, in Fig. 40 ist es umgekehrt. Daraus geht hervor, daß in Fig. 39 der Körper mehr seitwärts, als senkrecht herabgehen muß, mithin die Macht oder Größe seiner Last um so viel verringert werde. — Angenommen, die Linie xy Fig. 39 wäre noch einmal so groß als xz und der Körper hielte an Gewicht 30 Pfund, so übte er einen senkrechten Druck von 20 Pfund auf die Ebene aus, und mit einer Macht von

Fig. 10 Pf. gleitete er nach x herab. — Wollte man sein Herabgleiten verhindern, so dürfte man ihm nur eine Kraft von 10 Pf. entgegensetzen.

Ist dieses Verfahren auch nicht für genügend zu erachten, so reicht es dennoch vollkommen hin, uns den nöthigen Aufschluß über das Verhalten der Lasten, soviel wir zum alltäglichen Bedürfniß unseres Bauens brauchen, zu geben.

Betrachten wir die auf den schiefen Ebenen befindlichen Körper in den Fig. 39 und 40, so sehen wir, daß ihre Grundfläche, d. h. die Länge der Grundfläche, die winkelrechte Höhe überwiege. Aber wie wird das Verhalten dieser Körper bei
41. umgekehrten Verhältnissen seyn? — In Fig. 41 steht auf der schiefen Ebene m n der Körper b c d e, dessen Grundlinie b c viel kleiner als die Höhe b e ist; so wirkt seine Last nach a y und müßte nach m herabgleiten. Bevor aber Letzteres geschehen kann, erfolgt sein Umsturz. — In den Fig. 39 und 40 geht die senkrechte Falllinie a y durch die Grundlinien, in Fig. 41 geht die Linie a y außerhalb des Punktes b vorbei, d. h. der größte Theil des Körpers ruht nicht auf seiner Grundfläche, er hat nach dieser Seite das Uebergewicht und fällt um; b ist der Drehpunkt und die Bogenlinien dd', ee', cc', aa' zeigen, wie der Körper fällt. Die senkrechte a'x geht durch die neue Grundlinie e'b; nun stürzt der Körper nicht mehr, sondern gleitet nach der Richtung a'z fort.

Hieraus geht auch hervor, daß jeder Körper umstürzt, wenn sich der Schwerpunkt nicht über der Grundfläche be-
42. findet, so z. B. der Körper Fig. 42.

Geht die Linie m a durch den Punkt b, so fällt der Körper nicht; allein die leiseste Berührung oder die kleinste bei c aufgelegte Last führt seinen Umsturz herbei.

Je weiter sich die Linie m a vom Punkte b entfernt, und je kleiner der Neigungswinkel wird, desto stärker wird das Bestreben, umzustürzen, und eine um so größere Kraft

muß man dem Körper entgegensetzen, soll sein Umsturz vermieden werden. Vergleiche Fig. 42 mit Fig. 43 und 44. Fig. 43. 44.

Werfen wir jetzt einen Blick zurück auf Fig. 11, so wird es uns völlig klar, warum der Körper mb mehr Bestreben zeigt, niederzufallen, als md. So auch muß man mehr Kraft aufwenden, den Körper mb in die lothrechte Stellung zu bringen, als bei md. — Die beiden Entfernungen xm und ym geben die Bestimmungen für die Hebelarme, welche in Betracht kommen müssen.

Jetzt sehen wir auch deutlicher ein, warum die in Fig. 12 an einander gelehnten Körper weniger gegen einander drücken, als die in Fig. 13.

Nachdem wir das Hauptsächlichste vom Biegen und Fallen der Körper, soweit es durch die bloße Anschauung möglich ist, kennen gelernt haben, wollen wir dieselben zusammensetzen, in Verbindung mit einander bringen. Sie wirken dann in Gemeinschaft entweder nach einer oder mehreren Richtungen, oder es wirkt einer gegen den andern, und es gehört zuweilen große Aufmerksamkeit zur richtigen Beurtheilung der Wirksamkeit ihrer Last.

Die Last der Körper ist keinen Augenblick unthätig; haben wir sie künstlich verarbeitet, so muß eine gründliche Ueberlegung vorausgegangen seyn, durch welche aller benachtheiligende Druck oder Schub gehoben oder vernichtet wird. Hätten wir lauter feste unbiegsame und unzerbrechliche Körper, dann könnten wir sie nach unbegrenzter Willkür verwenden; aber wir können nicht anders als mit Steinen und Hölzern bauen, wohl auch Eisen zu Hülfe nehmen, und dieß sind alle biegsame, zerbrechliche und zerdrückbare Körper. Wir sind also von der Natur in sehr bestimmte Grenzen eingewiesen worden, wir können uns über eine gewisse Höhe nicht emporschwingen, wollen wir nicht den babylonischen Thurmbauern gleichen.

Haben wir uns vertraut gemacht mit den Eigenschaften

unserer Baukörper, d. h. mit der Masse, aus welcher sie bestehen, so fällt uns ihre Zusammen- und Ineinanderfügung nicht mehr schwer. Der Praktiker, der alle einzelnen Theile prüft und nach ihrer Verwendung immer wieder untersucht, und nach Jahren wieder nachsieht, wie sich die einzelnen Theile unter einander verhalten haben, gelangt bald zu derjenigen Vollkommenheit, welche ihn zu einem geschickten und tüchtigen Meister macht. Ein solcher Praktiker bringt die kühnsten Bauten zur Ausführung, ihm bangt nicht, und wenn Alles um ihn her schreit: „Das fällt ein! Das bricht zusammen!" — Er gleicht dem Weisen, welcher durch des Gewitters heftigstes Toben ruhig und vorsichtig einherschreitet; er kennt die wirkenden Kräfte, kennt das Verhalten der aufgethürmten Lasten aus Erfahrung, er weiß, was geschehen und was nicht geschehen wird.

Die größte Kunst des Baumeisters besteht, bei der Mangelhaftigkeit unserer Baumaterialien, in dem Aufsuchen und in dem Schaffen fester, unbeweglicher Punkte, auf welche gebaut werden kann. Der Maurer führt seine Mauern auf guten in der Erde liegenden Grundwerken in die Höhe, und der Zimmermann verriegelt und verbändert sein Zimmerwerk. Aber jene Mauern, wie auch dieses Zimmerwerk müssen oft gar sinnig ausgedacht werden, und es ist nicht damit abgethan, daß man dort nur Stein auf Stein in guten Mörtel lege, und hier, daß man nur genug Riegel und Bänder anbringe, es muß vielmehr ein jeder Stein mit Bedacht, ein jedes Holz an seinen rechten Ort gelegt werden.

Betrachten wir nun das Zimmerwerk. —

Die größte Unvollkommenheit des Bauholzes, und vornämlich der Nadelhölzer, ist die Zusammendrückbarkeit neben der schon erwähnten Biegsamkeit. Beides muß der Baumeister geschickt zu umgehen wissen, und dieß ist einzig und allein Sache der Erfahrung. Denn man frage: bei welcher Stärke und Länge bricht ein fichtener Balken, der aus einem 100jährigen

Stamme gehauen wurde, wenn ihm eine bestimmte Last aufgelegt wird? — Und unter welcher Last bricht ein eben solcher Balken von 50jährigem Wuchse? — Da hierzu die bereits oben erwähnten Boden- und anderen Verhältnisse kommen, so ist die Beantwortung dessen der Mathematik so ziemlich unmöglich.

Wenn ich hier abermals der Praktik den Vorzug gebe, so muß man nicht glauben, daß das Studium der Theorie, das Eindringen in die höheren Wissenschaften völlig entbehrlich sey. O nein! die Praktik ist zwar ein sicheres Fundament unseres Wissens, aber sie ist auch nur das Fundament, auf welchem man mit Sicherheit weiter bauen kann.

Das Zusammendrücken und Biegen ist, wie ich wiederholt gesagt, bei einer und derselben Holzart sehr verschieden, ebenso wie das Gewicht. Ich habe Bauholz fällen lassen und fand es an Stämmen eines und desselben Schlages ganz verschieden; ich habe diese Stämme ganz in einerlei Weise verwendet, ohne einen zu finden, der den Dienst versagte. Sobald man nur kein wirklich schadhaftes Holz verbaut, so braucht man keine Angst zu haben. — Das Biegen des Holzes kömmt vor, wenn es zu weit freiliegt. Ein Balken von 8 bis 9 Zoll Stärke wird auf 15 bis 18′ freiliegen, aber eine Zimmerdecke wird bei der letzten Weite schon etwas schwankend. Einen Balken von 12″ Stärke kann man auf 20′ freilegen. Plattstücke oder Pfetten in Dachstühlen legt man bei 7 bis 9 Zoll selten über 15′ frei. Diese und andere Dimensionen (Maaßbestimmungen) lernt der Zimmermann im ersten Jahre seiner Lehre kennen, deshalb spreche ich nicht weiter von ihnen.

Mit dem Zusammendrücken des Bauholzes hat es eine andere Bewandtniß; es kömmt zwar nicht seltner vor, fällt aber nicht so leicht in die Augen.

Das Zusammendrücken der Bauhölzer findet sich zunächst an allen wagrecht liegenden Hölzern, als: Schwellen

Fig. und Plattstücken, Pfetten und Trägern vor, auf denen eine zu große Last ruht. — Häufig sieht man an aus Riegel- oder Bleichwerk erbauten Häusern den Kalkbewurf oder Tünch abblättern. Untersucht man es näher, so ist es allemal zuerst
45. da sichtbar, wo das Rahmholz a der unteren Wand, der Balken b, und die Schwelle c der oberen Wand auf einander liegen, überhaupt an wagrecht liegenden Hölzern.

Jedes wagrecht liegende Holz wird von der auf ihm ruhenden Last gequetscht, d. h. die kreisförmig gewachsenen Fasern werden breit gedrückt. Nun liegen in Fig. 45 drei wagrecht liegende Stücken über einander. Wird jedes von ihnen auch nur eine Linie zusammengedrückt, so beträgt es zusammen doch schon 3''', und der daran befindliche, einen festen, steifen Ueberzug bildende Tünch wird abgesprengt.

Bei künstlicheren Holzverbindungen wirkt dieses Zusammendrücken in seinen Folgen oft sehr nachtheilig, weshalb man mehrere Langhölzer auf einander zu legen stets zu vermeiden suchen muß. Ich komme später auf diesen Gegenstand zurück.

Dieß mußte ich noch vorausschicken, ehe ich zu den eigentlichen Holzverbindungen übergehen konnte; denn es leuchtet sogleich ein, daß eine Verbindung wie Fig. 45 das Herstellen fester Punkte zuweilen vereiteln kann.

46. Verbinden wir vier Hölzer zu einem Vierecke Fig. 46 und stellen es senkrecht auf, so bedarf es keines Beweises, um sogleich einzusehen, daß es sich ebensowohl nach f, als nach e hin aus seiner senkrechten Stellung drücken läßt. — Wird es nach e herübergedrückt, so geht Folgendes an ihm vor:
47. Bei a Fig. 47 öffnet sich nach außen die Fuge und an der inneren Ecke werden die Fasern des wagrecht liegenden Stückes zusammengedrückt. Wird der Druck noch größer, so splittert es vom Nagelloche i aus und wird zerrissen. Bei b öffnet sich die Fuge nach innen (ebenfalls links), die Fasern werden bei m zusammengedrückt, es kann aber vom Nagelloche aus kein Splittern erfolgen, sondern der Nagel wird bei vergrößer-

tem Drucke zerbrochen. — Was bei a geschieht, geschieht auch Fig.
bei d; was bei b geschieht, geschieht auch bei c. — Nun ist der Verband vollkommen gestört. — Daß man auf eine solche Zusammensetzung nicht bauen, d. h. fernerweite Lasten auflegen könne, ist klar.

Wirkt auf das Viereck a b c d Fig. 48 eine Kraft oder Last 48.
in der Richtung des bei b gezeichneten Pfeiles, so läßt es sich, wenn man eine Strebe c b einlegt, nicht mehr nach e hin verschieben. Die eingelegte Strebe bildet ein Dreieck b c d, welches, wenn es bei c und d mit der Linie m n verbunden ist, der stärksten Kraft widersteht, es sey denn, daß die Festigkeit des Materials unterliege. — Schiebt man das Viereck Fig. 49 in der Richtung des bei a gezeichneten Pfeiles, so läßt 49.
es sich nach f hinabdrücken und die Strebe c g, die vorhin so wichtige Dienste leistete, trotzdem daß sie ohne alle Verfestigung in das Viereck gelegt war, gleitet jetzt an b d herab, ohne auch den geringsten Nutzen zu zeigen. Soll sie Nutzen gewähren, so muß sie bei c und b befestigt seyn. Am wirksamsten aber wird sie, wenn man sie von d nach a einlegt. Selbst ohne alle Befestigung wird sie die besten Dienste leisten, weil sie im geschlossenen Viereck feste Widerlagen findet, also nicht fortgleiten kann.

Wir sehen hieraus, daß **die größte Widerstandsfähigkeit im Dreiecke liegt**, woraus für den Zimmermann die höchst wichtige Lehre entspringt: **alle Holzverbindungen durch eingelegte Dreiecke zu sichern.**

Jedes Dreieck, es habe irgend welche Gestalt, ist fest oder unverschiebbar. — Dreiecke bildet der Zimmermann durch Streben oder Bänder, welche jederzeit eine geneigte Lage zu den anderen Hölzern haben. Fig. 50 stellt eine ganz 50.
gewöhnliche Wand vor, an deren beiden Enden solche Strebebänder eingelegt sind; bei a werden sie in die Säulen, bei b in die Schwelle eingelocht. Nun mag ein Druck von rechts

Fig. oder von links kommen, so wird die Wand ihre lothrechte Stellung nicht verlassen können.

Der Druck, welcher auf die Wände unserer Gebäude ausgeübt wird, kommt von den auf ihnen ruhenden Lasten, theilt sich also zunächst dem Plattstücke de mit, welches denselben auf die Ständer oder Säulen vertheilt. — Wirkt nun der von oben kommende Druck in schiefer Richtung oder ist derselbe sehr groß, so thut man besser, die Bänder nach
51. Fig. 51 anzuordnen, weil die Ecksäulen im Plattstücke bei d und e keine vollen Zapfen haben und das Plattstück selbst
52. auch sehr wenig Halt darbietet, wie Fig. 52 darstellt. Das Zapfenloch kann hier nicht bis an die äußere Kante herausgehen, sonst würde die Säule umfallen; man nennt dieß eckseln, wenn der Zapfen der Ecksäule so verschnitten wird. — Jede Mittelsäule ist standhafter, weil ihr Zapfen ungeschwächt, und das Loch für sie im Plattstücke nicht ausreißen, d. h. das Stirnholz nicht herausgedrückt werden kann.

53. Besser noch ist die Anordnung der Bänder in Fig. 53, weil in dem Falle zwei Säulenzapfen dem Seitenschube zu widerstehen haben, während in Fig. 51 Alles einer Säule anvertraut ist. Nur setze man die beiden Bänder nicht unmittelbar an die Säule, denn dadurch würde der Zweck der Bänder verloren gehen, weil die Bänder, deren Zapfen mit Hirnholz gegen den Säulenzapfen stehen, dieser bei erfolgendem Drucke zusammengequetscht wird, das Band fortrutscht und die Wand die lothrechte
54. Stellung verläßt. — Jeder Bandzapfen Fig. 54 wird bei a winkelrecht abgestochen — verstirnt —, so daß dieses Stirn- oder Hirnholz gegen das Stirnholz der Schwelle steht. Am oberen Ende des Bandes geschieht in der Säule dasselbe.

Das soeben Gesagte ist dem Zimmermann ebenfalls sehr wichtig und in zusammengesetzteren Verbindungen von hoher Bedeutung. Wir kommen darauf zurück.

Kommen Fenster in eine solche kurze Wand, dann kön-

nen die Bänder allerdings nicht nach Fig. 51 und 53 ange- Fig.
ordnet werden, und man muß sie wieder in die äußeren Fache bringen.

Sehr einleuchtend ist es uns, daß ein Dreieck a Fig. 55 55.
weit größere Widerstandsfähigkeit hat, als Fig. b daselbst. a hat eine größere Grundfläche als b, und die Hebelarme in beiden sind sehr verschieden. Für den Zimmermann geht hieraus hervor, daß er seine Bänder nicht zu steil lege, vielmehr die möglichste Breite für die Grundfläche suche. — Die Hebelarme sind no und nm, qr und qp. Die widerstehenden Hebelarme sind mn und pq, und je größer der widerstehende Hebelarm ist, desto mehr Widerstandsfähigkeit besitzt er, wie wir bereits in Fig. 20 und 21 uns anschaulich gemacht haben. — Wie sich die beiden Hebelarme mn und pq zu den einander gleichen Hebelarmen no und qr verhalten, können wir uns anschaulich machen, wenn wir sie uns als eine gerade Linie vorstellen.

Da die Kraft oder Last Fig. 55 in winkelrechter Richtung auf o und r wirkt, und die Hebelarme mn und pq bei m und q niederwärts drücken möchte, so findet dasselbe Be-
streben in Fig. 56 statt, wenn wir uns die Kraft von unten 56.
nach oben wirksam denken. Sofort leuchtet es ein, daß der größere Arm mn mehr Widerstand leistet, als pq.

Hieraus geht ferner hervor, daß, je größer ein solches Dreieck wird, auch dessen Widerstandsfähigkeit zunimmt.

Der Meister hat also stets zu berücksichtigen, welchen Lasten seine Verbindungen zu widerstehen haben, um hiernach seine Dreiecke, d. h. die Größe seiner Bänder und ihre geneigte Lage, zu nehmen.

Das geschickte, richtige Anbringen der Strebebänder läßt sicher auf des Meisters Tüchtigkeit in seinem Fache schließen, und umgekehrt auf dessen Unwissenheit. — Durch Anschauen ausgeführter Bauten gewinnt der Baumeister bald die nöthige Einsicht; sieht man irgendwo einen Bau, er sei

Fig. alt oder neu, so muß man ihn untersuchen und nach der Ursache forschen, warum Dies oder Jenes sich verbogen oder verschoben habe, wenn nämlich Etwas dergleichen daran vorkommt.

So sah ich i. J. 1845 in Niederndorf bei Gera ein altes
57. Wohngebäude einer Taglöhnerfamilie, welches, wie Fig. 57 zeigt, ganz aus Riegelwerk besteht und nur ein bewohnbares Geschoß enthält; das Dach hat einen erhöhten Bodenraum und ist in seinen Giebelwänden mehrfach verbändert; die Säulen der langen Wände (Frontwände) reichen bis zum Dache hinauf und die Balkendecke ruht auf in diese hohen Säulen eingelochten Riegeln. Die eigentliche Stockwerkswand hat auf der Giebelseite kein Strebeband, weshalb sie eine Ausbiegung erlitten hat; bei a sind die beiden Spannriegel (eigentlich Riegel und Balken) aus der Säule gezogen worden, weil die Ausbiegung ein gewaltsames Trennen des Verbandes verursachte. Aus demselben Grunde hat sich auch die Ausfachung von der Säule getrennt.

Im Dachgiebel hat ganz richtig jede Stuhlsäule ein Band erhalten, das große Kreuz zwischen den Stuhlsäulen ist aber rein überflüssig. Das kleine Kreuz am Forste dient blos zur Ausfüllung. — Hätte der Meister die beiden großen Kreuzbänder als Bänder in die Stockwerkswand ver-
58. wendet und dieselben etwa nach Fig. 58 angeordnet, so würde er dem Gebäude einen wesentlichen Dienst geleistet haben.

Das Wesen der Strebebänder ist so wichtig, daß ich mich weiter damit beschäftige, um meine Schüler eine deutliche Einsicht gewinnen zu lassen. Es gründen sich darauf alle Zusammensetzungen, welcher Art sie auch seyn mögen. Zu verzahnten und anderen Trägern nimmt man seine Zuflucht nur dann, wenn es die Nothwendigkeit — Mangel an Raum — gebietet.

Eine Holzverbindung mit gut angebrachten Bändern Fig.
ist der kräftigste Verband.

Die große Zimmerkunst und ihr Lehrgebäude, über welche ungeheure Folianten geschrieben und gezeichnet worden sind, schrumpft gewaltig zusammen, legen wir ihr die Dreieckslehre unter. Die großartigsten Constructionen beruhen auf Nichts, als auf einer glücklichen Anwendung der Strebebänder, bei denen gleichzeitig die Natur, d. i. die Eigenschaft des Holzes — Biegsamkeit und Zusammendrückbarkeit — berücksichtigt worden ist. — Alle die pomphaften Werke der ältern und neuern Zeit führen den Schüler in ein Wirrsal, in welches er sich mühsam hineindenkt und oft nur ein verworrenes Wissen sich erringt, wie umfassend sie auch seyn mögen. Je künstlicher man das Lehrgebäude errichtet, je verwickelter man dem Schüler die Holzconstructionen zur Verarbeitung vorlegt, je umfangreicher diese sind, desto mehr geht der eigentliche Zweck verloren. Denn der Natur des Menschen, dem Verstande wie dem Gemüthe, sagt Nichts besser zu, als die schlichte Einfachheit, die saubere Wahrheit. Und was ist einfacher, was ist wahrer, als wenn man sagt: Die Festigkeit aller Zimmerverbände wird durch Strebebänder hergestellt!

Bei der Verarbeitung aller Bänder hat man, beiläufig gesagt, die Vorsichtsmaßregel zu beobachten, daß
man sie, wenn sie wie in Fig. 59 mit Riegeln in Verbin- 59.
dung stehen, nicht, wie Fig. 60 zeigt, überschneide — 60.
überplatte —, sondern die mit ihnen zusammenstoßenden
Riegel von beiden Seiten einloche, Fig. 61. — Durch das 61.
Ueberschneiden wird das Band bis zur Hälfte zerschnitten, mithin seine Widerstandsfähigkeit um so viel geschwächt. — Alles Ueberplatten ist schlecht. — Betrachtet man die Quer-
schnitte Fig. 62 u. 63 dieser Bänder, so sieht man das Za- 62.
pfenloch Fig. 62 in einer Breite von 1½″ bis 2″ durch 63.
die Mitte des Holzes gehen, wodurch blos der Kern her-

Fig. ausgestemmt wird, zu beiden Seiten aber das volle Holz stehen bleibt. In Fig. 63 bleibt blos auf einer Seite Holz. — Die Erfahrung lehrt es uns vielfältig, daß die überplatteten Bänder sich leicht ausbiegen und zerbrechen lassen.

In der Wand Fig. 59 ist noch ein anderer Fehler bemerkbar. Nämlich das Band steht oben nicht in der Säule, sondern in dem Plattstücke; es bildet also kein Dreieck, sondern ein unregelmäßiges Viereck — Trapezoid. Wir wissen aber: jedes Viereck läßt sich verschieben, hat keine oder doch weniger Widerstandsfähigkeit als das Dreieck. — Ein solches Trapez hat allerdings mehr Widerstandsfähigkeit als ein rechtwinkliges Viereck, weil es der Gestalt des Dreiecks nahe kommt.

In manchen Gegenden setzt man auf das Band oben
64. noch ein Bändchen Fig. 64 und meint: es diene zur größeren Haltbarkeit, während es doch nur ein kleines Viereck bildet. Die größere Haltbarkeit besteht vermuthlich darin, daß es im Plattstück einen Nagel bekommt und beim Richten dasselbe sogleich fest anzieht. — Ist erst einmal das große Band aus seiner Lage gedrückt worden, dann widersteht das kleine in keinem Falle mehr.

Kleine Bänder sind überhaupt sehr vorsichtig zu gebrauchen, und oftmals wäre es besser, sie wären gar nicht vorhanden.

65. In Fig. 65 sehen wir ein solches Beispiel an einer Einfahrt in einem Gebäude. Links ruht das Gebäude blos auf einer Bleichwand, deren hinterste und vorderste Säulen mit einem Spannriegel a und Bande b verbunden sind. Das Band b geht bis in's Plattstück, auf welchem das obere Bleichwerk ruht. Die Last desselben wirkt auf das Band b und verursacht eine Ausbiegung der Säule, die mit der Zeit gefährlich wird. — Das Gebäude war, als ich es sah, etwa ein halbes Jahr alt, und schon war die Ausbiegung bemerkbar. — Bei Holzverbindungen, wie die vor-

liegende, welche dem Wetter blosgestellt sind, kommt noch Fig.
das große Uebel hinzu, daß allmählig das Holz verwittert,
der innere Zusammenhang der Fasern Schaden leidet und
die rückwirkende Festigkeit des Holzes bald nicht mehr vorhanden ist.

Sehr bald bemerkt man an neuen Gebäuden die begangenen Fehler, am deutlichsten aber an alten. Fig. 66 zeigt 66.
ein altes Schuppengebäude, welches ich i. J. 1838 in der Mühle zu Burgau bei Jena fand, und schon sehr alt seyn mochte. A ist die Giebelansicht, B die Vorderansicht. — Das untere Viereck in A hat sich nach rechts verschoben. Die beiden kurzen Bänder waren nicht in die Säulen eingelocht, sondern mit Schwalbenschwanz aufgeplattet, Fig. 67. 67.
— Ist das Holz nur ein wenig verwittert, so zieht sich das Aufgeplattete gar bald aus seinem Loche. Bei a hat sich's herausgezogen, bei b hat sich das Band an der Säule vorbeigedrängt. Der durch beide Bänder gelegte Spannriegel hat noch einigen Halt gewährt. — Wären die Bänder gut eingelocht gewesen, so war das Verschieben nicht so leicht möglich. — Der obere Theil stand noch gut. — In der Ansicht B stoßen wir auf einen gewaltigen Fehler, welcher darin besteht, daß schwaches (kaum 6 Zoll starkes) Holz auf 18 Fuß freiliegt, worauf eine Wand ruht. In der mittleren Abtheilung sehen wir das Plattstück und die Schwelle zerbrochen, in der folgenden rechts ist blos eine Einbiegung angedeutet.

Das Zerbrechen der beiden Hölzer ist nicht willkürlich da
oder dort erfolgt, sondern hat, wie Fig. 68 zeigt, seine ganz 68.
bestimmten Stellen. — Das Band b übt auf die Schwelle c einen Druck aus, und weil dieselbe nicht unmittelbar darunter unterstützt ist, ist sie zerbrochen. Das vollkommene Zerbrechen hat nicht erfolgen können, weil die Weite zwischen dem Balken bei a und d nicht groß ist. — Das Plattstück ist am Balken bei a vom Kamme weg aufgesplittert. —

Fig. Sollte diese Verbindung dauerhaft werden, so mußte das
69. Band e in Fig. 69 bis unter den Balken a reichen, und das Strebeband b mußte auf der Schwelle c nahe über dem Balken a eingelocht werden. Das untere Ende des Bandes e mußte dem Bande links gegenüber stehen. — In der großen Oeffnung rechts Fig. 66 B steht das Strebeband zwar über einem Balken, allein es fehlt das Band darunter, welches bis dorthin reichte. Die beiden kurzen Bändchen helfen nichts.

Das Einbiegen der Hölzer, selbst wenn sie nicht weit freiliegen, kommt gar leicht vor, vorzüglich an den Außen-
70. seiten der Gebäude. Fig. 70 zeigt das Einbiegen einer Schwelle, wie ich solches an einer Scheune bei Kahla sah. Die Säule a steht über der Mitte zwischen beiden Balken; die Last des Stockwerkes war hinreichend, die Einbiegung zu bewirken. — Wäre der Zwischenraum o zwischen den Balken gut ausgemauert worden, so konnte nichts Nachtheiliges geschehen.

Vollkommen übereinstimmend ist die Wirkung des Bandes b in Fig. 65 mit der des Bandes b in Fig. 68 und der der Säule a in Fig. 70 und wir ziehen hieraus die Lehre: keine Last, sie sei groß oder klein, der rückwirkenden Festigkeit des Holzes allein anzuvertrauen, sondern ihr jederzeit gute Unterstützungspunkte zu verschaffen.

Bei Dachstühlen und Hängewerken ist die eben gewonnene Lehre eine höchst wichtige. — Dachstühle und Hängewerke leiten den Druck des Daches oder auch des Daches und der Decke durch die Balken, auf denen sie ruhen, auf die unterhalb befindlichen Wände. Der Balken ist nur das den Druck fortleitende Mittel und muß, gleich allen übrigen Theilen des Verbandes, möglichst leicht, dennoch aber so stark seyn, daß er sich auf gegebene Weiten, welche durch bedungene Räume entstehen, nicht einbiege. Vor hundert,

selbst noch vor funzig Jahren gab man den Balken und allem Fig.
Holzwerke übermäßige Stärken, und man brauchte den erwähnten Umstand nicht oder doch weniger zu berücksichtigen. Da war es überhaupt gar leicht, ein Zimmermeister zu seyn. — Wir aber mit unseren dünnen Bauhölzern, die wir im gemeinen bürgerlichen Leben unseren Hauptbalken oft nicht mehr als 8 bis 9 oder höchstens 10 Zoll Stärke geben können, müssen künstlicher und mit weit mehr Ueberlegung bauen, als unsere Altväter es thaten. Wir müssen alle unsere Aufmerksamkeit dahin richten, die Wirksamkeit der von uns aufgerichteten Lasten zu vernichten.

Dem Einbiegen eines freiliegenden Holzes können wir im Wesentlichen durch zwei verschiedene Mittel vorbeugen: das eine haben wir in Fig. 69 und 70 kennen gelernt und bestand in der unmittelbaren Unterstützung von unten, das andere bringt die Unterstützung von oben und bedarf einiger Erläuterung.

In Fig. 71 liegt ein Balken auf 2 Spannweiten frei, 71.
d. h. wenn er in c unterstützt wird, sind die beiden gleichen Theile a c und b c nur noch so groß, daß sie sich nicht einbiegen, wogegen jede folgende Vergrößerung dieser Theile die geradlinige Lage derselben unsicher macht. In Fig. 72 liegt 72.
der Balken auf 3, und in Fig. 73 liegt er auf 4 Spannweiten frei. 73.
— Eine Spannweite nimmt mit 20′ ihren Anfang; ist nun die Länge a b in Fig. 71 = 20′, ein Theil beträgt dann 10′, so muß ihr in c eine Unterstützung gegeben werden; dieselbe innere Weite a b — Lichtweite — kann aber auch bis 36′, wohl auch noch weiter ausgedehnt werden, da ein Theil a c = b c auf 18′ keine Einbiegung erleidet. — Die Länge a b gilt demnach für 20 bis 36′. — In Fig. 72 liegt nach derselben Maaßbestimmung der Balken c f auf 3 . 10 = 30′ bis 3 . 18 = 54′ frei. — In Fig. 73 liegt der Balken auf 4 . 10 = 40′ bis 4 . 18 = 72′ frei u. s. f. — Wir sehen hiernach, daß die verschiedenen Spannweiten keine

bestimmte Abgrenzung haben, sondern mit ihren Maaßen in einander übergreifen, so daß der Baumeister dadurch genug freien Spielraum behält, für gegebene Bedingungen die angemessene Verbindung zu wählen.

Die Verbindungen, welche von oben her Unterstützuug bringen, nennt man Hängewerke oder auch Sprengwerke.

Das Hängewerk Fig. 71 ist das einfachste und es besteht aus zwei mit der Hängesäule cd festverbundenen Strebebändern. Der Balken ab wird in c mit der Hängesäule ebenfalls fest verbunden. — Die Standhaftigkeit dieser Verbindung an sich selbst ist nicht zu bezweifeln.

Das Hängewerk Fig. 72 besteht aus zwei Streben, einem Spannriegel ki und zwei Hängesäulen. Die Punkte e, f, g, h, i, k müssen feste Punkte seyn.

Das Hängewerk Fig. 73 besteht aus 2 Streben ls, mq, 2 schwebenden Streben sr, qr, 2 kleinen Hängesäulen ns, pq und 1 größeren Hängesäule or.

Vergleichen wir die drei Hängewerke, so finden wir, daß sie in ihrer Gestalt, je mehr sie an Ausdehnung zunehmen, sich immer mehr der Bogenlinie nähern; ihre Streben sind die Sehnen des Bogens, den man um sie ziehen kann. — Der Balken ist die Sehne der ganzen Verbindung.

Die Betrachtungen, die wir bei den Fig. 12 und 13 machten, nehmen wir hier auf's Neue auf; die schiefliegenden Strebebänder führen uns darauf zurück. In den Fig. 12 und 13 betrachteten wir die Körper ab und bc an sich selbst, d. i. ihre eigne Last. In den Hängewerken aber haben die Streben noch gar viel fremde Last zu tragen, werden also in weit höherem Grade auszugleiten sich bestreben. Und dieses Bestreben wächst, d. h. der Seitenschub wird immer größer, je größer die Spannweiten der Hängewerke werden. Der Seitenschub vermehrt sich aber auch dann noch, wenn die Streben immer flacher zu stehen kommen.

In den Fig. 71 bis 73 müssen wir uns die Balkenlängen ab, ef und lm jede als 2 Hebelarme vorstellen, welche mit der ihnen aufgebürdeten Last niederwärts wirken. Je länger ein solcher Hebelarm, desto gewaltiger wird seine Wirkung, desto vorsichtiger müssen wir zu Werke gehen. — Wir haben an Fig. 19 gesehen, in welchem Maaße die Wirkung des Hebelarmes zunimmt, wenn derselbe immer länger gemacht wird; nun stellen wir uns einmal vor: ein solcher Hebelarm in Fig. 73 lo sey z. B. 36 Fuß lang und nur mit 20 Zentnern belastet, so strebt er mit einer ungeheuren Macht abwärts. — Die Zusammensetzung der Hängewerkstheile hindert das Niederfallen, dafür aber üben die Streben Seitendruck aus, und zwar folgendermaßen:

Die Last ist über das Hängewerk vertheilt, d. h. die festen Punkte s, r und q tragen die Last zu gleichen Theilen. Die Last des Punktes r wird zur Hälfte von der Strebe rs, zur Hälfte von der Strebe rq aufgenommen, mit der hierselbst schon vorhandenen Last vereinigt und auf die Fußpunkte l und m übergeleitet. Die beiden Streben sl und qm wollen bei l und m ausgleiten, sind aber daselbst befestigt und deshalb bemüht, den Balken lm zu zerreißen. — Jede der beiden kurzen Streben will zunächst, gleich der größeren, abwärts fallen, wird aber von den beiden in ihr befestigten Streben erhalten, und die darauf liegende Last auf diese vertheilt. Die Strebe sl leitet den Druck abwärts, die Strebe sr leitet ihn aufwärts. Da auch die Strebe qr einen Theil des Drucks der auf pq ruhenden Last nach r hinleitet, so begegnen sich in r beide Wirkungen und heben sich gegenseitig auf oder weisen sich vielmehr gegenseitig wieder zurück. Die beiden Streben sl und qm tragen hiernach die ganze Last. — Die Streben rs und rq tragen aber nicht weniger die ganze Last; denn die beiden unteren sl und qm möchten doch nach n und p umfallen und zwar mit der Macht der auf ihnen ruhenden Last. An diesem Umfallen werden sie durch die beiden

Fig. oberen Streben gehindert, und das heißt: die beiden oberen Streben nehmen den Druck in sich auf. — Die Standhäftigkeit aller dieser Streben ist hiernach hauptsächlich in's Auge zu fassen. Die anderen zum Hängewerke gehörigen Theile sind zwar auch nicht ohne Wichtigkeit, doch sind sie weniger wichtig als die Streben und unterscheiden sich in ihrem Dienste wesentlich von ihnen; denn die Streben haben einem Drucke unmittelbar zu widerstehen, während diese keinen Druck zu erleiden haben, sondern zerrissen werden sollen.

74. Eine Last, welche ein Stück Holz, wie Fig. 74, mit Leichtigkeit zerbricht, kann es, wenn sie unten daran gehängt
75. wird, wie Fig. 75, noch lange nicht zerreißen. Kleine Versuche verschaffen uns hierüber eine sehr deutliche Anschauung.
76. — Selbst wenn das Holz zerschnitten wird, wie Fig. 76, kann man noch immer eine ungeheure Last daran hängen. Ich zerschnitt nach Fig. 76 ein Stäbchen von etwa 1/2 Zoll Stärke, legte in den Ausschnitt eine starke Schnure, an welcher ich in a die Last befestigte; da ich bei weit mehr als 100 Pfunden noch nicht die mindeste Veränderung bemerkte, so war ich zufrieden gestellt. — Vergleicht man durch Versuche hiermit das in Fig. 74 Gesagte, so wird man einen bedeutenden Unterschied finden. Es ist nothwendig, daß man sich dieses veranschauliche, da man daraus mit Sicherheit erkennt, welcher große Unterschied zwischen den Streben und den Hängesäulen nebst Balken Statt findet.

Hieraus ziehen wir die allgemeine Lehre: daß, wenn die Holzstärken der Streben der Belastung widerstehen, bei gleichen Stärken die Hängesäulen und Balken überflüssig stark genug sind; oder umgekehrt: die Streben müssen jederzeit kräftiger gehalten werden, als die übrigen Hängewerkstheile.

Bei Gebäuden von großer Spannweite müssen die Streben doppelt, dreifach, vierfach u. s. f. angewendet werden, weil wir keine Bauhölzer haben, aus denen wir zwei-, drei- und mehrfache Stärken der Art schlagen könnten.

In größeren und kleineren Spannweiten bleibt die Wirkung der Last immer dieselbe, wie in Fig. 73 erklärt wurde, und es ist die Hauptsache, in ihnen die Wirkung der Last stets auf möglichst kurzem Wege abzuleiten und ihr eine möglichst sichere Unterlage zu geben.

Die Herstellung der festen Punkte ist es, was wir zunächst in's Auge fassen. Die Sache ist sehr einfach, und dennoch sieht man so häufig dagegen gefehlt, daß man sich darob entsetzen möchte. Dieses, sowie überhaupt die gemeinsten Sätze der Statik (Stand- und Gleichgewichtslehre) werden häufig mit solcher Unwissenheit verfehlt, daß es wirklich ein Gräuel ist. Und man muß sich wundern, wenn man solche erbärmliche Fehler von Männern begehen sieht, welche eine höhere Bildung genossen haben! — Es ist nicht genug, daß man die Wirkung der Lasten kenne, nicht genug, daß man dieselbe mit Hülfe der höheren Mathematik berechnen könne, sondern man muß ihnen auch wirklich und richtig zu begegnen wissen. Man muß die geeigneten Mittel kennen und sie anzuwenden verstehen. — Oft sieht man die einzelnen Verbandtheile richtig angeordnet, dagegen aber ist ihre eigne Verbindung unter sich schlecht, und umgekehrt sieht man dieselben falsch angeordnet, während ihre innerliche Verbindung gut ist. Daß in beiden Fällen die ganze Zusammensetzung der Verbandtheile nicht haltbar sei, ist der näheren Beleuchtung nicht bedürftig.

Beim Schaffen fester Punkte gilt als Hauptgrundsatz: *die leidenden Theile, das sind diejenigen Hölzer, welche vorzugsweise der Last widerstehen müssen, unmittelbar und fest mit einander zu verbinden und hierzu die festesten Bindemittel zu gebrauchen.*

Diese leidenden Theile sind, wie wir vorhin sahen, die Streben. — Wie ihre Verbindung unter sich zu bewerkstelligen ist, wollen wir nun untersuchen. Wir wenden uns

Fig. wieder an's praktische Leben, betrachten die ausgeführten Bauten da und dort und ziehen aus denselben unsere Lehren; denn Nichts ist dem jungen Baumeister von größerem Nutzen, als die Untersuchung fehlerhafter Verbindungen.

Die Strebe eines Hängewerkes von geringer Spannweite und geringer Belastung erhält außer dem Zapfen, welcher ihr als schiefliegendes Band ohnedem gegeben wer-
77. den muß, oben und unten eine Versatzung, wie Fig. 77 zeigt. Diese Versatzung ist nicht willkürlich, sondern nach einem bestimmten Gesetze anzufertigen, und sie muß sich nach der den Winkel bei a und c gezogenen Halbirungslinie b a und d c richten. Die Längenfasern der beiden zusammentreffenden Hölzer stoßen sonach unter gleichen Winkeln auf einander und leiden gleichviel durch den senkrechten Druck und den wagrechten Schub. —

Die jetzt zu betrachtenden Strebebänder unterscheiden sich wesentlich von den gewöhnlichen Wandbändern, wir wir dieselben von Fig. 48 an kennen gelernt haben, indem sie nur einen unbedeutenden Seitendruck an ihrem Fuße ausüben, welcher mit dem einer Strebe kaum zu vergleichen ist. Zur Erhaltung eines gut begründeten, senkrecht in Ruhe stehenden Körpers gehört ein sehr geringer Kraftaufwand, — ein großes Stück Bauholz, ja eine ganze Wand kann von einem einzigen Manne im Stande erhalten werden, die, im Fallen begriffen, jede Menschenkraft überwindet. Im Hängewerke findet das Gegentheil Statt. Hier haben wir es mit schwebenden — freiliegenden Lasten zu thun, die jeden Augenblick herabzufallen das Bestreben haben, und deshalb müssen die Strebebänder tüchtig und gut eingebunden werden. Der Zimmermann muß die Stoßflächen der Hölzer auch immer sehr gut und glatt abputzen.

Stehen die Strebebänder in sehr geneigter Stellung, so gibt man ihnen wegen des größeren Seitenschubs zwei
78. oder mehr Versatzungen. Fig. 78.

Haben die Strebebänder sehr große Lasten zu tragen, so setzt man noch ein verzahntes Stück an, welches durch eine Schraube an den Balken fest angezogen wird, und der Strebe gibt man auch eine Versatzung. Fig. 79. Diese angesetzten Stücken bieten der Strebe eine volle Stoßfuge dar. In Fig. 79 hat dieses Stück 3mal Verzahnung. Will man genau zu Werke gehen, so gibt man demselben so viel Zähne oder Versatzungen, daß sie zusammen gezählt ebenso viel Stoßfläche besitzen, als die Strebe Querschnitt hat. — Wäre z. B. die Strebe a 10 Zoll breit und sie hätte selbst eine Versatzung von 2 Zollen, so müßte das angesetzte Stück 4 Versatzungen bekommen, wenn jede Versatzung 2 Zoll beträgt. Die eiserne Schraube, welche unter allen Verhältnissen hineinkommen muß, widersteht auch dem Seitenschube, so daß man nach Ermessen eine Versatzung weglassen kann oder nicht. Fig. 79.

Steht die Strebe sehr steil, so daß sie mehr lothrechten Druck als Seitenschub ausübt, dann setzt man sie auf kurze Schwellen von Eichenholz, welche über 2 bis 3 Balken liegen. Fig. 80. Dadurch wird der Druck zugleich auf mehrere Balken vertheilt und das Zusammendrücken des Bundbalkens vermieden. — Zur größeren Sicherheit legt man auch wohl eiserne Haken an die Schwelle, welche das Umkanten der letzteren verhüten. 80.

Gar häufig kömmt es vor, daß die Streben ganz am Ende eines Balkens stehen und keine Versatzungen angebracht werden können; dann muß man mit eisernen Schuhen — Schuhbändern — zu Hülfe kommen, die je nach Erfordern verschiedene Gestaltung haben, Fig. 81. Sie werden an den Balken geschraubt, und die Strebe steht stumpf darin. 81.

Am oberen Theil der Strebe hat man darauf Rücksicht zu nehmen, daß die Streben mit ihren Zapfen oder auch mit ihrer vollen Stoßfläche auf einander treffen.

In Fig. 82 stoßen 2 Streben mit ihren Zapfen in der Mitte der Hängesäule zusammen. Eine solche Hängesäule 82.

Fig. muß dann mehr Breite als Stärke haben, wie der Grundriß Fig. 82 zeigt, damit die Zapfen in einer Stärke von 2 und mehr Zollen durchgelocht werden können, jenachdem es nöthig ist.

Werden die Spannweiten und die Lasten der Hängewerke größer, dann reichen einfache Hangesäulen nicht mehr aus; man muß sie doppelt nehmen, damit die Streben mit ihrem ganzen Querschnitte gegen einander stehen.

Daß der Spannriegel **k i** in Fig. 72 nichts Anderes als eine wagrecht liegende Strebe ist, bedarf wohl keiner Erklärung.

83. In Fig. 83 ist ein Paar doppelter Hangesäulen darge-
84. stellt. Die Streben stoßen innerlich wie in Fig. 84 und 85
85. zusammen. Ist die zu tragende Last groß, so bringt man noch einen Klotz von Eichenholz über den Streben an, wenn wegen der Breite der Streben die Hängesäulen nicht dicht zusammen liegen. Bei einfachen Streben liegen die Hängesäulen immer zusammen, bei doppelten Streben ist es allerdings nicht möglich. — Fig. 84 und 85 zeigt das Zusammenstoßen der Streben innerhalb der Säulen. — In Fig. 85 ist die Strebe a etwas stärker, damit sie Stirnholz für den eichnen Keil bekomme. — Daß diese Hängesäulen tüchtig zusammengeschraubt werden müssen, versteht sich von selbst. — Das Eisen macht sich bei diesen Verbindungen überhaupt sehr nöthig und man darf nicht sparsam damit umgehen. — Es kommen hier, wie bei Fig. 81 gezeigt wurde, Fälle, in denen man die Haltbarkeit nur durch Eisen erzielen kann. Der Grundsatz: „man müsse möglichst alle fremdartigen Grundstoffe vermeiden," ist ganz falsch, denn mit einem kleinen Stücke Eisen bewirkt man oft mehr, als mit einem großen Stücke Holz.

86. Kann, wie in Fig. 86, die Hängesäule oben nicht so lang bleiben, daß der eigne Zusammenhang der Holzfasern die nöthige Stärke bietet, so muß die Hängesäule abgerundet und ein eisernes Band darüber gezogen werden. —

Dieses Hülfsmittel läßt sich auf mannichfaltige Weise be- Fig.
arbeiten.

Die Herstellung der festen Punkte an Hängesäulen und Balken läßt sich nur durch Eisen erzielen, welches ein oder mehrere Male an den Hängesäulen angeschraubt und um den Balken gelegt wird. Fig. 87. 87.

Die Herstellung und Bearbeitung der festen Punkte ist höchst wichtig und wir kommen gelegentlich darauf zurück.

Die Anwendung der Hängewerke geschieht nicht in großen Bauten allein, sondern sie kommen sehr oft in bürgerlichen Wohngebäuden, wie auch in landwirthschaftlichen Gebäuden vor, und es sind nicht allein weit freiliegende Decken in Sälen und dergleichen, sondern auch innere Schied-, und äußere Umfassungswände, welche deren Anwendung erfordern. Und gerade bei letzteren werden sie am meisten vernachlässigt. Es gibt eine Menge bürgerlicher und landwirthschaftlicher Gebäude, die sich eingesenkt und verzogen haben, während oftmals nicht mehr als zwei kleine Stücken Holz dem Uebel vorgebeugt hätten. — Fassen wir dieß Letztere zunächst auf.

Fast überall sieht man an älteren und neueren Gebäuden Einfahrten, die sich, wie Fig. 88 zeigt, eingebogen haben. 88.
Die Mauerlatte und die Schwelle besitzen nicht so viel rückwirkende Festigkeit, die Last der auf ihnen ruhenden Balkenlage, Wand uud Dachung nebst oberer Balkenlage zu tragen. So breit die Thorfahrt ist, so weit ist die Last über ihr eine freiliegende und selbst bei geringerer Spannweite bewirkt sie eine nachtheilige Einbiegung. — Zwei Strebebänder nach
Fig. 89 widerstehen der Last, wie wir dieselbe an unseren ge- 89.
wöhnlichen bürgerlichen Bauten haben, vollkommen; ja, sie brauchen kaum stärker als das übrige Ständer- oder Säulenholz zu seyn. Sie erhalten oben und unten Versatzungen, und die Säulen, in denen sie stehen, tragen mittelst eiserner Bänder — Hängeeisen — die Mauerlatte. — Bei der ange-

Fig. nommenen Balkeneintheilung stehen die Streben über einem Zwischenraume, und man thut sehr wohl, die Schwelle durch ein Stück, welches eingezapft wird, zu unterstützen.

Haben die Streben eine sehr große Last zu tragen, so hat man auch noch die Vorsicht anzuwenden, daß die Streben durch die in sie treffenden Säulen und Riegel nicht zu sehr zerlocht werden. So z. B. kommen im vorliegenden Falle Fig. 89 an der unteren Hälfte der Strebe zwei Säulenlöcher und ein Riegelloch ganz nahe zusammen; sie würde ganz zerlocht werden und nur wenig Standhaftigkeit behalten, wenn die Löcher, gleich den anderen, 3'' Tiefe bekämen. — Ich habe diese Löcher nie tiefer als 1 Zoll machen und die Zapfen mit Spundnägeln nageln lassen. — Dasselbe gilt auch von den oberen Riegeln.

Werden die Einfahrten oder andere dergleichen Oeffnungen noch weiter nöthig, dann wird auch ein gutes Hängewerk immer nöthiger. — Die hierbei vorkommenden Fälle können außerordentlich verschieden seyn. — Am sorgfältigsten muß man verfahren, wenn die Streben wegen Mangel
90. an Höhe wie Fig. 90 in sehr geneigter Lage stehen, wo die beiden Fenster a und b verhindern, daß die Streben bis zum oberen Fensterriegel reichen, wie die einpunktirten Linien zeigen; die Streben würden durch die Fenster gehen. Wollte man die Streben so legen, daß sie an den Ecken beider Fenster vorbeigingen, so würden sie in c keinen Spannriegel bekommen können und eine Einbiegung der beiden Fenstersäulen bewirken. Es bleibt also nichts Anderes übrig, als sie an den unteren Fensterriegel zu legen. Da in solcher Lage ein größerer Seitenschub ausgeübt wird, so ist es räthlich, die Füße der Streben nach Fig. 78 oder besser nach Fig. 79 zu verstärken. Aber auch an ihren oberen Theilen müssen sie vorsichtig zusammengearbeitet werden. Die Art ihres Verbandes ist im Wesentlichen, wie wir ihn in Fig. 82 kennen gelernt haben. — Findet man denselben wegen zu großer Belastung nicht hin-

reichend, so muß man nach zusammengesetzteren Mitteln su- Fig.
chen und es ist ein solches in Fig. 91 angedeutet. — Die 91.
beiden Streben erhalten einen besonderen Spannriegel unterhalb des durchgehenden Fensterriegels a b; das Uebrige ist aus der Zeichnung ersichtlich, und es ist nur noch bemerklich zu machen, daß der Spannriegel an den durchgehenden Brustriegel a b bei c und d angeschraubt wird, damit das Hängewerk nicht herausgestoßen werden kann. — Die Zapfen, welche in die Streben gehen, dürfen nicht über 1'' lang werden. Die zusammenstoßenden Stirnflächen des Hängewerks müssen glatt gehobelt seyn, damit sie sich nicht in einander
einfressen. Das Hängeeisen Fig. 92 faßt Strebe und Spann- 92.
riegel, so daß es die Stoßfuge beider vollkommen deckt, und das Holz muß scharf und dicht darin sitzen. Unterhalb der Mauerlatte befindet sich die Schraube, die bei x besonders dargestellt ist. Die Mauerlatte liegt auf einer eisernen Platte, welche vermittelst der beiden Schrauben tüchtig angezogen wird. — Wegen der Zusammendrückbarkeit des Holzes, und wir haben hier Mauerlatte, Balken, Schwelle und Spannriegel in wagrechter Lage, ist es nöthig, die Säulen bei a um 1 bis 2 Zoll kürzer zu schneiden, damit der Zapfen, wie bei b dargestellt ist, nur noch knapp im Loche steht und die wagrecht liegenden Hölzer scharf in die Höhe gezogen werden können.

Statt eines solchen flachen Hängewerkes kann man auch eine Verzahnung — verzahnten Träger — anbringen, worauf wir später kürzlich zu sprechen kommen.

Es kann vorkommen, daß im Innern der Gebäude eine oder mehrere Wände wegen der Einrichtung der Zimmer unbegründet bleiben müssen, d. h. keine Unterstützung von unten erhalten können, die aber auch wegen Thüren, Brandmauern, Feuerungsanlagen und sonstiger Hindernisse durch Hängewerke in sich selbst, wie wir sie in Fig. 89, 90 und 91 angewendet sehen, gegen das Herabsinken nicht geschützt werden

Fig. können; da solche Wände nichtsdestoweniger einen sicheren Stand haben müssen, so hat man über ihnen — im Dachraume — das erforderliche Hängewerk anzulegen. Nur suche man stets für das Hängewerk feste Unterstützungspunkte und stelle es nicht leicht hin auf Balken, welche selbst freiliegen. Gerade dieß Letztere ist ein Fehler, welcher sehr häufig auch in anderen Fällen begangen wird.

Aus den bisher betrachteten Figuren ist es uns deutlich geworden, daß die Last das einzige Bestreben hat, niederzufallen, von uns aber durch künstliche Mittel in der Höhe erhalten werden kann. Jede Last fällt, wenn sie frei fallen kann, lothrecht nieder; findet sie ein Hinderniß, wie z. B. in Fig. 32, so fällt sie in schiefer Richtung nieder und in derselben wirkt sie auch auf einen ihr entgegenstehenden Körper. Empfängt ein solcher Körper Druck, so pflanzt er ihn weiter fort und zwar in derjenigen Richtung, die er selbst nehmen würde, wenn er fallen oder fortgleiten könnte, sei es niederwärts, seitwärts oder aufwärts. Ich erinnere hierbei an die künstlichen Springbrunnen; mit unseren Baukörpern hat es eine ganz gleiche Bewandtniß.

Haben wir z. B. auf einem wagrecht liegenden Körper in
93. Fig. 93 einen senkrechtstehenden Körper a, so ist die Richtungslinie des Druckes ebenfalls eine senkrechte. Der Druck aber ist nicht blos in b wirksam, sondern der wagrechte Körper vertheilt denselben, so daß er in c und d und in jedem anderen Punkte fühlbar ist.

94. Wirkt ein schiefstehender Körper ab Fig. 94 auf einen wagrechtliegenden cd, so wird ein doppeltes Bestreben erzeugt, nämlich: der Körper cd übt einen senkrechten Druck nach e aus und ruscht nach o hin fort und Letzteres zwar so lange, bis sich entweder in der Richtung von o ein Hinderniß vorfindet oder die Wirkung des Körpers ab aufhört. — In Fig. 39 und 40 haben wir gesehen, daß die Wirksamkeit der Last getheilt wurde, und fanden, nach welchem Verhältniß

dieß geschah. Also auch können wir hier ermessen, ob die Fig.
Wirksamkeit nach o oder nach e größer ist, und hiernach das Hinderniß seiner Größe nach bestimmen, wollen wir das Fortgleiten nach o verhüten.

In Fig. 95 sind zwei schiefstehende Körper a b und b c in 95.
b mit einander verbunden; a steht auf einer wagrechten, c lehnt an einer senkrechten Ebene und bei b ruht eine Last. Sobald die Last wirksam wird, übt der Körper b a einen lothrechten Druck abwärts und einen Seitenschub aus, und der Körper b c übt einen wagrechten Druck und einen lothrechten Schub aufwärts aus. Die Wirkung der in b aufliegenden Last wird also in vier Richtungen zertheilt. Sind die Punkte a und c feste Punkte, so steht die Verbindung in Ruhe. — Wäre aber z. B. der Punkt c kein fester, so daß der Körper nach d hinaufgleiten könnte, so müßte zu Verhütung dessen eine Last entgegengesetzt werden, und zwar darf sie nicht größer seyn, als das Bestreben des Aufwärtsgleitens ist. — Wird die entgegengesetzte Last d größer, so wird sie den Körper b c an der senkrechten Linie in c herabzudrücken im Stande seyn, in welchem Falle der Körper a b mit seinem oberen Punkte b nach f hinausgehoben wird. Hat der Körper b c dann die wagrechte Lage m n erreicht, so ist der Körper a b nach a n gedrängt worden und der Umsturz beider Körper erfolgt jedenfalls. — Weiß man, daß die bei d entgegengesetzte Last wirklich zu groß ist und auf die Verbindung beider Körper nachtheilig einwirkt, so muß ein dritter Körper in die Verbindung gebracht werden, welcher seine kürzeste Länge nach b e findet und in b und e zu befestigen ist. Auf diesen Körper b e wirkt die Last d zerreißend. — Sind nun beide Lasten — die bei b und d — wirksam, so begegnen sich ihre Wirkungen im Körper b e, heben sich gegenseitig auf, d. h. er widersteht beiden. — Dieß ist zugleich eine Vervollständigung der Erklärung zu Fig. 73 und wir sehen hieraus, wie die dort in s, r und q zu tragenden Lasten unaufhörlich gegen einander

wirken, und daß, wenn wir einem dieser Punkte zu viel oder zu wenig Last auflegen, die Standhaftigkeit der Verbindung sofort gestört wird.

Hieraus ziehen wir die Lehre: alle unsere Verbindungen möglichst gleichmäßig zu belasten.

Nach der eben gegebenen Erklärung folgern wir mit Sicherheit, was geschehen wird, wenn wir z. B. dem Punkte q in Fig. 73 eine größere Last als den anderen Punkten auflegen. — Dieselbe Bewegung würde in der Verbindung Fig. 72 vorgehen, wenn die Punkte k und i ungleichmäßig belastet wären.

Es ist aber in unserem Hochbauwesen nicht immer möglich, die Last gleichmäßig zu vertheilen, im Gegentheil haben wir in unseren Verbindungen gar häufig einseitigen Druck zu bewältigen. — Auf diesen Gegenstand kommen wir später zurück; jetzt wollen wir das Auseinandergehen und Zusammenfließen der Wirkungen der Lasten noch an einigen Beispielen kennen lernen. So einfach der Gegenstand an sich ist, so nothwendig und wichtig ist er für den Baumeister. Haben wir es doch wiederholt gesehen, daß ursprünglich keine Last anders als lothrecht abwärts wirkt, daß aber von uns selbst verschiedene zusammengesetzte Körper ihre Wirkung nach allen möglichen Richtungen hinaus vertheilen, woraus für uns der höchst wichtige Nutzen entspringt, **daß wir die Wirkung der Last nach unserem Willen leiten können.** Es gibt eine Menge einzelner Theile in unserem Bauwesen, welche von dem Drucke der Last unberührt bleiben müssen oder denselben nicht in seiner ganzen Größe empfangen dürfen. Ueber solche Theile müssen wir den Druck hinweg leiten.

Unsere bisher betrachteten Häng- oder Sprengwerke sind hierauf bereits begründet, indem die Last von den freiliegenden Hölzern abgeleitet wurde und zu beiden Seiten sichere

Unterstützungspunkte fand. — Hierin liegt nicht weniger die Fig.
Aufgabe und das Wesen des Gewölbebaues.

In Fig. 96 liegt ein kleines Sprengwerk vor, welches die 96.
Last dem Balken ab abnehmen soll. — Die lothrechte Wirkung der Hängesäule wird durch die vier schiefliegenden Streben auf zwei Wände geleitet. Links ist eine Mauer, rechts eine Bleichwand — Fachwand. Der Mauer ist noch eine Säule — Ständer — vorgesetzt, in welche die Streben eingelocht werden können und die außer einer kleinen Zusammendrückung weiter keinen Schaden erleiden wird. Dagegen läßt sich die Säule über b auswärts biegen, weil sich kein schützender Körper hinter ihr befindet. Daß mit dieser Ausbiegung die Einsenkung des Hängewerks erfolgt, bedarf keiner Erklärung.

Die vorliegende Anordnung der Streben ist eben so schlecht, als stünden sie auf dem freiliegenden Balken Fig. 97, 97.
in welchem Falle die Einsenkung eben so leicht voraus zu bestimmen ist. — Das Dreieck abc ist hier zwar an sich selbst unveränderlich, hat aber keine nnmittelbare Unterstützung.

In Fig. 96 ist die Last auf zwei Wände in ganz beliebiger Weise geleitet worden. — Sonderbarer Weise hat der Baumeister, von dem diese Verbindung herrührt, übersehen, daß die über b stehende Säule ein ebenso biegsames Stück Holz sei, als der Balken.

In Fig. 98 haben wir einen senkrechtstehenden Körper ab, 98.
welcher von beliebig schiefstehenden Körpern cb, db, eb und fb im Punkte b unterstützt wird. Die senkrecht wirkende Last des Körpers ab vertheilt sich nach so vielen Richtungen, als unterstützende Körper vorhanden sind. Jeder dieser schiefstehenden Körper übt einen Seitenschub und einen senkrechten Druck aus.

Diese beiden Bestrebungen sind aber nicht an allen vier Körpern von gleicher Größe; so z. B. ist im Körper db der lothrechte Druck vorherrschend, während in fb der Seiten-

Fig. schub vorherrscht, und demnach müssen die vier Körper in ih-
ren Verbindungen mit der Ebene mn, auf welcher sie stehen,
verschieden behandelt werden. Ich verweise auf Fig. 77 und
folgende.

Umgekehrt kömmt es vor, und wir haben bereits solche
Fälle in den bisher betrachteten Verbindungen, daß mehrere
99. Lasten sich auf einen Punkt vereinigen, Fig. 99, und von a
an als vereinigte Last senkrecht wirken, oder daß mehrere
100. Lasten sich in einem Punkte vereinigen und, wie in Fig. 100,
auf zwei oder mehreren Wegen abgeleitet werden müssen.

Der Gegenstand an sich selbst ist nicht schwierig, nur ist
die Hauptsache, daß solche Vereinigungspunkte gehörig feste
Punkte werden. Man muß sie mit großer Vorsicht be-
handeln.

Ist die Ebene mn eine ununterbrochene, z. B. ein durch-
gehender Balken oder dergleichen, so wirken die beiden Kör-
per zwischen g und h vermöge ihres Seitenschubes zerreißend.
Ich habe aber oben schon angedeutet, daß der Seitenschub
eine ungeheure Größe erreichen muß, ehe ein Balken zerrissen
werden kann. — Für den Fall des Zerreißens, wenn solches
zu befürchten ist, legt man dann noch einen oder mehrere Bal-
ken neben einander und gibt ihnen eine innige, feste Verbin-
dung unter sich.

In unseren Bauten kömmt jedoch gar nicht selten der
Fall vor, daß die Seitenschub ausübenden Körper auf un-
101. terbrochenen Ebenen stehen, wie Fig. 101 zeigt. Sol-
chen Fällen begegnen wir in Kirchen, großen Sälen u. s. f.,
deren Decken wegen Verstärkung des Schalles aufzuführender
Musikstücke, reicherer Verzierung u. s. f. nach einer Bogen-
linie überdeckt werden sollen. — Die schiefstehenden Körper
finden hier gegen ihren Seitenschub kein Hinderniß und die
102. Punkte a und o würden aus einander weichen, wenn wir
nicht durch künstliche Mittel Vorkehrungen dagegen treffen
könnten.

Die einfachste Verbindung zu diesem Zwecke wird durch Einlegung des Körpers c d hergestellt. c und d müssen feste Punkte seyn. — Nach dem Bestreben der schiefstehenden Körper soll c d zerrissen werden, da dieß aber nicht geschieht, so steht die ganze Verbindung in Ruhe und übt nur noch den senkrechten Druck aus. Fig.

Werden die beiden unteren Theile a c und o d zu lang, so genügt die Verbindung nicht mehr, weil unsere biegsamen Körper nicht rückwirkende Festigkeit genug besitzen. Siehe Fig. 103. Biegen sich die Körper a r und o r, so gleiten ihre 103.
Fußpunkte a und o aus einander, die übrige Verbindung sinkt nieder und die Unterstützungen a g und o h verlassen ihre lothrechte Stellung. Die ganze Baulichkeit wird somit aus ihren Fugen getrieben.

Zu Verhütung des Einsturzes ist es nöthig, neue feste Punkte zu schaffen; dieselben sind in i, u, k und m Fig. 104 104.
gesucht worden und zwar so, daß die beiden Körper i k und m u den Fußpunkten a und o nahe kommen und dicht an der Wölbungslinie vorbeigehen. Die Punkte u und k bestimmen sich hiernach von selbst. Da jedoch die oberen Theile c r und d r ebenfalls biegsam sind, so muß der Körper u k — Spannriegel — eingelegt werden; somit steht die Verbindung in Ruhe. — Die beiden Körper i k und m u nennt man Zangen; sie müssen dem Bestreben des Zerreißens widerstehen. — Nach Einlegung der drei Körper i k, m u und u k bleibt die Verbindung noch in Ruhe, wenn man den Körpern a r und o r die oberen Theile u r und k r abnimmt.

Derartige Verbindungen verursachen oftmals viele Schwierigkeit; sind indessen dem Baumeister die Wirkungen der Lasten und die Eigenschaften der Baukörper bekannt, so wird er bald die nöthigen festen Punkte zu suchen wissen.

Verbindungen auf unterbrochenen Ebenen begegnen wir nicht allein in großen Bauten, wie ich vorhin anführte, sondern sie kommen uns gar häufig auch in kleinen bürgerlichen

Fig. Wohnhäusern vor, in welchen wegen der innern Eintheilung
der Stuben, Kammern u. s. f. die Wände nicht über einan-
der stehen. Es ist allerdings dem Baumeister zur Regel zu
machen: Wand auf Wand zu stellen, so daß durch alle Stock-
werke hindurch die Wände gut begründet sind; da sich jedoch
die innere Eintheilung nach dem Bedürfnisse des Erbauers
richten muß, so kommen hier Abweichungen vor, welche durch-
aus gerechtfertigt werden müssen. Ich gebe hierzu sogleich
einen vollständigen Grundriß eines bürgerlichen Wohngebäu-
105. des, welches im Unterstocke A ein großes Zimmer a enthalten
muß, um schwere Arbeiten darin vornehmen zu können. Der
Raum über diesem Zimmer im Oberstocke B zertheilt sich in
eine Wohnstube b, eine kleinere heizbare Stube c und eine
Kammer d. — Die beiden Wände, welche die drei letztge-
nannten Räume von einander trennen, haben keine Unter-
stützung, worauf sie unmittelbar ruhen könnten, müssen also
abgesprengt werden. Die Absprengung wird erschwert durch
die zwei nach c und d führenden Thüren, sowie durch die
Brandmauer, in welcher aus feuerbaupolizeilichen Rücksichten
kein Holz kommen darf, als höchstens die Schwelle. Die
Wand mn steht über einer 23 Fuß betragenden freien Weite,
hat also eine bedeutende Ausdehnung, folglich bedeutende
Last, die noch vergrößert wird durch die zwischen c und d lie-
gende Wand. Das anzufertigende Hängewerk hat aber außer
den beiden Wänden die untere und obere Balkendecke zu
tragen und zwar auf die ganze Größe des Raumes a.

Die Größe der zu tragenden Last läßt sich leicht berechnen, wenn man die Anzahl der Mauerziegel, das Balken- und Riegelwerk nach Kubik- (Würfel-) Fußen, ebenso den Schutt unter die Dielen u. s. f. ermittelt und hernach das Gewicht derselben zusammenzählt. Es ist jedenfalls eine bedeutende Last.

Die Wand mn findet allerdings bei m und n sichere Unterstützungspunkte, allein wir können nicht mehr nach den in Fig. 89 bis 91 kennen gelernten Arten verfahren.

Hätten wir mit der Wand mn allein zu thun, so stünden Fig.
uns für ihre Sicherstellung zwei Wege offen. Der eine ist
die Absprengung in der Wand selbst, Fig. 106, indem über 106.
den Thüren ein Streckholz — Sehne des Hängewerks — 107.
durchgelegt und darauf das Hängewerk gebracht wird. Der andere ist die Absprengung oberhalb der Wand. Die Befestigung der Streben geschieht in der bekannten Weise. In beiden Fällen macht sich ein Hängeeisen nöthig, welches von der Hängesäule bis unter den Träger herabgeht. — In Fig. 106 ist die Hängesäule sehr kurz und muß von Eichenholz genommen werden, weil dieses weniger zusammendrückbar ist. — In Fig. 107 hätte man die Hängesäule höher machen und dadurch die Streben steiler legen können.

Die beiden Hängewerke in Fig. 106 und 107 sind für den vorliegenden Fall nicht geeignet. — Fig. 106 enthält ein zu flaches Strebewerk; Fig 107 hat zu viel Langholz — das sind Balken, Schwellen u. s. f. — unter sich. Beide werden sich einsenken.

Fig. 107 steht auf einer unterbrochenen Ebene, und mußte deshalb ein besonderes Streckholz über den Balken hinweg bekommen.

Beide Hängewerke stimmen richtig darin überein, daß sie die Bundsäule, welche der Wand mn und der Wand op in Fig. 105 gemeinschaftlich ist, zur Hängesäule machen, wodurch der Balken, in Fig. 107 mit y bezeichnet, da, wo sich beide Wände treffen, einen festen Punkt gewährt. Dieser feste Punkt ist auch für die Wand op wichtig, weil in demselben die Begründung des Hängewerkes für die Wand op liegen muß.

Könnte man unterhalb des eben bezeichneten festen Punktes o in der Stube a Fig. 105 A eine Säule stellen, so wäre dieß die schnellste Unterstützung, allein das Geschäft, welches in der Stube a betrieben wird, erlaubt dieß nicht, sondern verweist uns in den Dachbodenraum hinauf. Daselbst stellen

Fig. wir ein Hängewerk auf, nicht der Wand mn entlang, sondern auf den Balken, welcher auf der Wand op liegt und nach q herüber geht. — Die Hängesäulen sind doppelt, die Streben haben 9 bis 10″ Stärke und bekommen einen Spannriegel ac Fig. 108, welcher sie gegen das Einbiegen sichert und durch die beiden Hängesäulen geht. Derselbe muß in der Mitte der Streben liegen, oder mit seinen Punkten a und c der Mitte möglichst nahe kommen. — Die Lage der beiden Streben wird bestimmt durch die beiden Plattstücke des Dachstuhles, vorzüglich durch das bei g. Bei h liegt der Sparren in den doppelten Hängesäulen. Fig. 108 zeigt auch zugleich das kleinere Hängewerk der Wand op in Fig. 105.

108.

Sollte der Dachbodenraum zur Aufbewahrung schwerer Gegenstände benutzt werden, so wären die beiden einfachen Streben keineswegs hinreichend, — sie müßten doppelte werden. Ihre Behandlung sowie andere dabei nothwendige Vorsichtsmaßregeln werden wir später noch kennen lernen.

Als eine Hauptregel bei dergleichen Verbindungen gilt, daß das Hängewerk ganz für sich allein dasteht und nicht etwa dem Dachstuhle aufgebürdet wird.

Nach Betrachtung dieses besonderen Falles wollen wir die Wandbildungen verlassen und zu den Dachstühlen übergehen. Dieselben bieten uns ebenfalls reichen Stoff zu Betrachtungen dar sowohl an sich selbst, als auch in ihrer Vereinigung mit den Hängewerken.

Ich habe die einfachsten Hängewerke vorausgehen lassen, damit sich der Schüler einen deutlichen Begriff von ihnen verschaffte, die Wirkungen der Lasten in ihnen kennen lernte und zugleich sah, wie wir dieselben beherrschen. Die Dienstverrichtung des Dachstuhles ist ebenfalls keine andere, als die Last des Daches zu tragen und auf sichere Punkte hinzuleiten, sowie auch die Dachfläche selbst in Ordnung zu halten. — Es gibt Dachstühle, welche den Hängewerken vollkommen ähnlich sind, und es kommen uns Fälle vor, in welchen wir den Wir-

kungen der Last nicht anders als mit Absprengungen entgegen- Fig.
treten können. Die Kenntniß des Häng- oder Sprengwerkes mußte also vorausgehen.

In den Kehlbalken- und Spannriegellagen liegender Dachstühle müssen die Wirkungen der Lasten oft mit vielem Geschicke fortgeleitet und vernichtet werden, was uns nicht anders möglich wird als durch Dreiecksverbindungen und durch Sprengwerke. Selbst in den Hauptbalkenlagen müssen wir häufig zu diesem Hülfsmittel greifen.

Diese Hülfsmittel gewähren uns den außerordentlich großen Nutzen, daß wir mit den schwächsten Baukörpern die gewagtesten, kühnsten Verbindungen ausführen können. Und das ist wahrlich kein kleiner Vortheil! — Ich habe Bauten gesehen von starkem Holze, welches dennoch verzogen und verbogen war; fragt man nach der Ursache, so ist meistens die Unkenntniß der ersten Grundbegriffe daran schuld, — es fehlt ein Strebeband, oder man hat einen Hebelarm nicht berücksichtigt, oder die Zusammendrückbarkeit des Holzes nicht bedacht u. s. f. — lauter Dinge, die schon dem Anfänger nicht lange verborgen bleiben. — Jeder Geselle wird es wissen, daß er seinen schweren Tuchrock nebst Halstuch und Hut an einen halben Bretnagel hängen kann, wenn er den Henkel des
Rockes dicht an die Wand andrückt, Fig. 109 A, während sich 109.
der Nagel sofort umbiegt, wenn man dieselbe Last wie in Fig. 109 B aufhängt. Selbst ein starker Spundnagel kann in solchem Falle nicht Widerstand leisten, und zwar um so weniger, je größer der Hebelarm wird.

Durchgängig können wir so, wenn wir die Last am rechten Orte unterstützen oder aufhängen, mit den geringsten Mitteln, d. i. mit den schwächsten Körpern, entgegenwirken, und die zu tragenden Theile selbst können schwächer genommen werden, wenn uns die zu unterstützenden Punkte genau bekannt sind. Hierauf kömmt es bei den Dachstühlen wesentlich an.

Fig. Die beiden Sparren bilden mit ihrem Balken ein Dreieck. Bei regelmäßigen Dachungen ist das Dreieck ein gleichschenkeliges
110. Fig. 110, sei es das flache, welches zu seiner Höhe f a den sechsten Theil der Breite e d, oder das Winkeldach, in welchem f b = f e = f d, oder das hohe Spitzdach, in welchem e c = e d, oder welche Höhe es immer haben mag. Die Verbindung an sich selbst ist eine feste, allein die schiefliegenden Sparren bedürfen der Unterstützung, und wir bestimmen die Unterstützungspunkte von 10 zu 10', höchstens von 12 zu 12' wagrechter Länge — Balkenlänge. Wäre z. B. die Länge des Balkens d e = 20', so ist dieses das höchste Maaß, die Sparren ohne Unterstützung zu lassen. Ist d e = 30', so muß dem Sparren eine Unterstützung gegeben werden. Bei 40' ist eine Unterstützung auch noch genügend. Bei 50' sind zwei Unterstützungen nöthig u. s. f. — Die eben gegebenen Maaße beziehen sich auf die Gestalt des Winkeldaches d b e, sie mindern sich für die Gestalt der flachen, und mehren sich in den spitzen Dachungen. Nur eine vielseitige Bearbeitung dieses Gegenstandes kann dem Anfänger gehörige Einsicht bringen.

Am meisten kommen dem bürgerlichen Baumeister die Winkeldächer vor, oder wenigstens die, welche den Winkeldächern sehr nahe kommen. Für die Bedeckung mit Dachziegeln ist diese Gestalt die passendste; auch noch andere Gründe sprechen für sie, und deshalb mache ich dieselbe vorzugsweise zum Gegenstande unserer Anschauung.

Ueberschreitet ein Gesparre in seiner Länge d e — Gebäudetiefe — das Maaß von 20', so wird ein Kehlbalken g h, bei 25' und mehr wird der Stuhl nöthig. Im Unter-
111. lassungsfalle biegen sich die Sparren, wie Fig. 111 zeigt, indem der Forstpunkt b ein wenig niedersinkt. — Die Ziegel- oder Schieferdeckung ist jederzeit eine sehr beträchtliche Last.

Der Dachstuhl zerfällt in zwei Arten: die einfachste Art ist der stehende, die andere ist der liegende Stuhl.

Die wesentlichen Theile des stehenden Dachstuhles sind: Fig.
die Stuhlsäule a Fig. 112, das Richteband b, und das 112.
Eckband c, sowie das Plattstück — Pfette. — Die wesentlichen Theile des liegenden Stuhles sind: die Stuhlsäule a, 113.
das Eckband b, der Spannriegel c, und die Pfette. — Der Längenverband ist in beiden verschieden. — Die beiden Dachstuhlarten selbst erleiden die mannichfaltigsten Abänderungen und Zusammensetzungen.

Im stehenden Stuhle wird die Last auf dem geraden Wege nach r und s herabgeführt, weil Unterstützung vorhanden ist. — Im liegenden Stuhle wird die Last nach x und y hinausgeleitet, weil der Balken bei o und p keine zuverlässige Unterstützung hat. — Hätte der Balken zwischen x und y gar keine Unterstützung, so machte sich die Anwendung eines Hängewerkes nöthig.

Die Dienstverrichtungen der einzelnen Theile sind folgende: der Kehlbalken d Fig. 112 hält die Sparren aus einander, damit sie sich nicht einbiegen; die Stuhlsäule a trägt die Pfette, auf welcher die Kehlbalken liegen; die Bänder b und c bewahren den lothrechten Stand der Stuhlsäule und das letztere unterstützt zugleich den Kehlbalken. — Die Stuhlsäule a in Fig. 113 wird in den Spannriegel c gelocht und erhält ein Eckband b, damit ein unverrückbares Dreieck entstehe, welches ebenso sehr gegen etwaiges Einbiegen, als zum Ueberleiten der wirkenden Last dienen muß.

In Fig. 112 befinden sich an den stehenden Stuhlsäulen 2 größere und 2 kleinere Dreiecke, während der liegende Stuhl Fig. 113 nur 2 solche in sich schließt; es springt in die Augen, daß Fig. 112 mehr Standhaftigkeit als Fig. 113 besitzt. — Bei größeren stehenden Stühlen sind die Richtebänder b wesentlich nothwendig; bei kleineren dagegen können sie wegbleiben.

Nehmen die Tiefe des Gebäudes und in Folge dessen die Höhe des Daches bedeutende Ausdehnungen an, so wird ein

Fig. 114. zweiter Stuhl auf ersten gesetzt Fig. 114, in welchem der Kehlbalken eine unterstützende Mittelsäule a erhalten muß. — In dieser Weise baut man fort.

Wäre unterhalb a keine Unterstützung vorhanden, so müßte die Säule a wegbleiben, und statt des zweiten ste-
115. henden Stuhles ein liegender eingebracht werden Fig. 115, und ist die Länge des Kehlbalkens b zu bedeutend, so daß die Eckbänder c und d ihn nicht mehr gegen das Einbiegen sichern, so macht sich ein Hängewerk für ihn nöthig.

116. Hat der Balken g in Fig. 116 da, wo die stehende Stuhlsäule aufsitzen müßte, keine Unterstützung, so muß der liegende Stuhl seine Anwendung finden; jedoch in der zweiten Abtheilung bieten sich einem stehenden Stuhle sichere Unterstützungspunkte dar. Wie dieselben entstehen, zeigt die Figur sehr deutlich.

So ergänzen und unterstützen sich diese beiden Dachstuhlarten auf die mannichfaltigste Weise, wenn es der einen oder der anderen Art an sicherer Unterstützung mangelt, und der Baumeister hat nur Achtung zu geben, die Kehlbalken und dergleichen nicht zu weit frei liegen zu lassen.

Vergleichen wir die eben betrachteten Dachverbände, so entgeht es unserem Blicke nicht, daß der letzte derselben etwas Zerbrechliches an sich hat. Nämlich die Last des oberen Dachtheiles (die Hälfte desselben) ruht auf dem stehenden Stuhle, welcher den Druck lothrecht ableitet und den Bändern des liegenden Stuhles zusendet. Die liegende Stuhlsäule nimmt diesen bei i in Empfang und pflanzt ihn nach k herab fort. Die Wirkung der Last wird aber im Punke i noch auf eine zweite Richtung verwiesen, und zwar nach h hinaus, d. h. die liegende Stuhlsäule soll von der Last nach h hinaus gebogen werden, wenn ihre rückwirkende Festigkeit nicht groß genug ist. Man muß deshalb diese liegenden Säulen sehr kräftig halten. — Sind die Richtebänder des stehenden Stuhles nicht vorhanden, so geht die ganze Last durch die

beiden Säulen den eben bezeichneten Weg und wird für die Fig. liegenden Stuhlsäulen allerdings bedenklich. Sind die Richtebänder aber vorhanden, so nehmen sie den Stuhlsäulen die Hälfte der Last ab, leiten sie geradeswegs auf die liegenden Stuhlsäulen über und vernichten somit zum Theil die andere Hälfte der durch die großen Bänder im Punkte i eintreffenden Last. — Daß die durch das Band in i eintreffende Wirkung, welche sich bestrebt, die Säule nach h auszubiegen, wirklich geschwächt werde, läßt sich durch folgendes Linienspiel nachweisen.

In Fig. 117 vereinigen sich im Punkte a zwei Körper a b 117.
und a c, beide von gleicher Last. Will man nun die Richtungslinie wissen, welche die Wirkung der Lasten von a aus nimmt, so ist das Viereck d a e f zu errichten, deren Seiten von gleicher Länge sind. Die Verlängerung der Ecklinie f a, also a g ist die wahre Richtung. — Der Winkel b a c mag größer oder kleiner seyn, so bleibt das Verfahren dasselbe.

Ist nun in zwei solchen Körpern der eine mehr als der andere belastet, so ändert sich das Verfahren folgendermaßen: Ist die Belastung des Körpers a c in Fig. 118 dop- 118.
pelt so groß als die von a b, so muß a e doppelt so groß als a d seyn. Nun gibt f a die Richtung für die Wirkung der Last an. Ist die Last von a c dreimal größer, so nimmt man auf a c drei Theile an u. s. f.

Wenden wir dieß auf unseren liegenden Stuhl in Fig. 116
an, so haben wir in a und b Fig. 119 gleiche Lasten, welche 119.
nach c und d hin wirken; im Punkte i treffen sie zusammen und würden die Richtung i n annehmen, wenn x kein fester Punkt wäre. Je spitzer nun ein Winkel ist, unter welchem eine Last auf einen Körper wirkt, desto geringer ist der Erfolg der Einwirkung; diese wird um so fühlbarer, je biegsamer, d. h. je schwächer der Körper wird, und verschwindet bei gehöriger Stärke desselben. — Dieses Beispiel gibt uns zugleich eine Vervollständigung der Erklärung zu Fig. 65. Die

Fig. Last, welche dort durch das Band b auf die Säule einwirkt, ist bedeutend größer, als die, welche unmittelbar auf der Säule ruht. Auch ist der Winkel r in Betracht zu nehmen. — Wir kommen auf ähnliche Fälle zurück.

Der stehende Dachstuhl hat stets etwas Eintöniges und seine Bearbeitung ist langweilig. Er mag sich noch so oft wiederholen, seine Verbindung bleibt immer dieselbe. Der liegende Stuhl dagegen läßt mancherlei Abänderungen zu; es gibt Arten, welche ein ganz eigenthümliches Gepräge tragen und deshalb eine für sich bestehende Ordnung bilden. — Bevor wir weiter in das Wesen der Stühle eindringen, müssen wir ihren Längenverband kennen lernen.

120. In Fig. 120 liegt eine stehende Dachstuhlwand vor, a ist das Plattstück — die Pfette —, worauf die Kehlbalken liegen; b sind die stehenden Stuhlsäulen, welche nach der Länge des Gebäudes hin 10 bis höchstens 15 Fuß aus einander stehen. Die Bänder c haben einen zweifachen Dienst: sie bewahren den lothrechten Stand der Dachung und unterstützen die Pfette a. Werden die Entfernungen der Stuhlsäulen größer, was zuweilen gar nicht zu vermeiden ist, so legt man sie schräger, wie bei d gezeigt ist, damit sich a nicht einbiege.

Beim liegenden Stuhle ist derselbe Längenverband an-
121. wendbar, wenn das Plattstück wie in Fig. 121 unmittelbar auf der Stuhlsäule ruht. Das Plattstück ist in dem Falle fünfkantig. Das Band geht bis a herab.

Anders aber wird der Längenverband, wenn das Platt-
122. stück nicht unmittelbar auf der Säule liegt, wie Fig. 122 zeigt, sondern die Säule unter dem Spannriegel endet. Hier liegt das Plattstück nicht winkelrecht gegen die Stuhlsäule, und kann das Band nicht so gut eingelocht werden. In dem Falle muß man den Verband zwischen den Stuhlsäulen selbst geben, indem man sich feste Dreiecke sucht.

123. In Fig. 123 und 124 sind je zwei Stuhlsäulen zu einem
124. festen Ganzen verbunden. — In Fig. 123 liegt ein Kreuz-

band ab, cd zwischen den Stuhlsäulen, welches aus dem Fig.
Bande ab, und zwei kurzen Stücken cf und ed besteht. Bei e und f sind dieselben eingelocht, nicht etwa überplattet, wie schon an Fig. 60 als fehlerhaft nachgewiesen wurde. Die beiden Kreuzbänder bilden zwei unverschiebbare Dreiecke cfb und aed. — In Fig. 124 ist zwischen beiden Stuhlsäulen ein Spannriegel g eingelegt, von dem aus vier Bänder an die Stuhlsäulen gehen. Denken wir uns z. B. bei x eine wirksame Last, so wird dieselbe durch das Band o auf den Spannriegel geleitet, das Band m führt sie nach p zurück und der feste Punkt z macht sie verschwinden. Wäre jedoch der Theil iu zu lang und deshalb biegsam, so müßten die Bänder länger gemacht werden, damit die Biegung dieses Theiles nicht eintreten könnte. — In Fig. 123 wird die Lastwirkung nach c herübergeführt und daselbst zertheilt und aufgelöst. —

Das sind die drei Arten des Längenverbandes, wie wir sie an den gewöhnlichen liegenden Stühlen anzuwenden haben. Bei hohen Dachstühlen sind sie jedoch nicht mehr ausreichend.

Die beiden letzten Arten lassen verschiedene Vereinfachungen und Vermischungen zu, wie einige der folgenden Figuren zeigen.

In Fig. 125 liegt eine liegende Stuhlwand mit Kreuz- 125.
bändern in ihrer alleinigen Anwendung. Die Wirkungen der Last heben sich hier gegenseitig auf. Es verursache z. B. die Last in a einen Seitenschub, so geht die Wirkung nach b, vertheilt sich hier nach e und c, bei c vertheilt sie sich nach f und d u. s. f. — b ist ein fester Punkt; er ist um so fester, je tiefer er liegt, weil der Hebelarm ob immer kleiner, und deshalb die Biegsamkeit der Säule immer geringer wird. Je kürzer der Hebelarm ob wird, desto geringer wird die Wirkung nach c hinauf. — Ist jedoch die Wirkung in c fühlbar, so zeigt sie das Bestreben, die Säule cg aufwärts zu heben, mithin auf h und i zu wirken; jede der Säulen hd und io

Fig. hat eine gleiche Last zu tragen, ingleichen die Säule cg, und die Wirkungen der Last gehen den Wirkungen der Last a entgegen, sie machen einen Kreislauf, so daß endlich nur noch der lothrechte Druck jeder Säule übrig bleibt.

Die Säulen aber sollen so stark seyn, daß der sie beugende Seitenschub wirkungslos in ihnen aufgehe.

Sind die Säulen so schwach, daß sie sich biegen, dann wird auch der lothrechte Druck, welcher von der Dachfläche auf sie ausgeübt wird, für sie zu groß seyn.

Wie stark nun diese Stuhlsäulen seyn müssen, läßt sich nur durch vielfache Erfahrungen bestimmen. Zu unseren gewöhnlichen, alltäglichen Bauten sind sie bei einer Stärke und Breite von 8 bis 9 Zoll hinreichend. Nehmen wir sie 8 und 10 Zoll, oder 9 und 10 Zoll, so sind sie überflüssig stark und tragen eine ungeheure Last. — Sie müssen übrigens die stärksten Stücken des Dachverbandes seyn.

Bei langen Dachflächen wäre es eine Verschwendung, wollte man in jedes Stuhlsäulenfeld Kreuzbänder legen. Wie
126. in Fig. 126 angedeutet, überspringt man eins oder mehrere der Felder und legt die Riegel a, b, c u. s. f. ein. Die bloße Anschauung legt uns die Haltbarkeit einer solchen Verbindung dar, die Theile derselben d, a, b, e und g, c u. s. f. gleichen vollständig einem Sprengwerke, welches jedem Seitenschube widersteht. — Diese Art der Ausbindung wird bei sehr hohen Dachstühlen oftmals allein anwendbar, indem sie nach der in Fig. 73 kennen gelernten Zusammensetzung weiter ausgebildet wird. Man kann diese Stuhlbänder, welche nunmehr den Dienst wirklicher Streben verrichten, zwar in gerader Linie wie lu, ur, Fig. 73 anlegen, allein gerathener bleibt es, sie so zu beugen, daß der Punkt s immer unter der Verlängerung der oberen Strebe zu liegen kommt, sich aber auch über die gerade Linie, welche man vom obersten Punkte nach dem untersten ziehen kann, erhebt. Der Punkt s liegt also stets zwischen t und u. In

Fig. 127 ist eine weitere Ausbildung dieser Zusammensetzung angedeutet. — Als fehlerhaft kann es jedoch nicht bezeichnet werden, wenn man die gerade Linie a b annimmt. Fig. 127.

In Fig. 128 liegt eine Vermischung der unter Fig. 123 und 124 gegebenen Dachstühle. — Eine bei a Seitenschub ausübende Last wird bei b in die Verbindung geleitet und geht den durch die Pfeile bezeichneten Kreislauf; sie trifft auf diesem Wege so viele feste Punkte, daß sie gänzlich vernichtet würde, wenn sie im ersten Felde nicht Widerstand genug fände, welches Letztere aber bei hinreichender Stärke der Stuhlsäulen nicht denkbar ist. Schon im zweiten Felde stellt sich ihr das Band o vernichtend entgegen; die Fortpflanzung durch die wagrechten Spannriegel d scheint vollkommen unmöglich. Daß dem auch wirklich so sei, beweisen uns genug ausgeführte Bauten, in denen diese Spannriegel ohne allen Nachtheil weggelassen worden sind. — Gewisse Verrichtungen der Hausbesitzer auf ihren Dachbodenräumen u. s. f. bedingen sogar sehr häufig das Weglassen solcher Spannriegel oder Bänder. 128.

Hieraus nun entspringt für uns die Lehre: daß es genügend ist, dem Dachstuhle im Verhältniß zu seiner Länge eine mäßige Anzahl fester Stuhlsäulenfelder zu verschaffen.

Mit der Feststellung des Stuhles erlangt das gesammte Dach seine Standhaftigkeit.

In den bisher betrachteten Dachstühlen sind die Sparren durch Kehlbalken unterstützt, Fig. 129. Der Kehlbalken erhält einen Zapfen, welcher mittelst eines Holznagels im Loche des Sparren festgehalten wird. — Ueberhaupt werden alle Theile des Dachverbandes genagelt. — 129.

Der Sparren hat seiner geneigten Lage wegen das Bestreben, zu fallen und auszugleiten, wie Fig. 130 andeutet. Am Fallen hindert ihn der Kehlbalken, am Ausgleiten hindert ihn der Kehlbalken und der Balken, in welchen letzteren er eingezapft ist. Der Zapfen des Kehlbalkens geht in 130.

Fig. wagrechter Richtung in den Sparren, bietet ihm also eine wagrechte Fläche als Lagerfläche. Der Nagel hält ihn nicht, sondern zieht ihn nur an den Kehlbalken heran, damit er auf der wagrechten Fläche des Zapfen sitzen bleibe.

Die gute Unterstützung der Sparren ist in allen Verbindungen wesentlich nothwendig.

In den sogenannten Pfettendächern, das sind solche, deren Dachstühle keine Kehlbalken haben, wird dem Umfallen und Ausgleiten des Sparrens auf zweierlei Weise be-
131. gegnet. — Die erste ist in Fig. 131 dargestellt. Es ist ein stehender Stuhl, dessen Stuhlsäulen einen Spannriegel ab zwischen oder über sich haben; entweder ist der Spannriegel wie bei a in die Säule gelocht, oder geht wie bei b über die Säule weg bis in den Sparren, weshalb die Pfette bei a auf der Säule, oder bei b auf dem Spannriegel ruht. Die Pfette bietet jedem Sparren die wagrechte Fläche
132. ce Fig. 132 zum ruhigen Aufliegen dar. — Es leuchtet ein, daß, da sämmtliche Kehlbalken entbehrlich sind, durch diese Anordnung viel Holz erspart wird, und ferner daß die Behandlung des Spannriegels bei b vorzuziehen ist. —
133. Die zweite Art hat in Fig. 133 ihre Anwendung gefunden. Die Pfetten liegen hier übereck und sind in den Sparren eingelassen, d. h. der Sparren ist auf sie gekämmt, und deshalb findet er eine Fläche, welche ihn gegen das Umfallen, und eine Fläche, welche ihn gegen das Ausgleiten schützt.

Das Eigenthümliche dieser Verbindung ist, daß die liegenden Stuhlsäulen bis zum Firste hinauf reichen, woselbst sie so mit einander verbunden sind, daß sie eine Firstpfette tragen können. Ein Spannriegel mit Bändern gibt ihnen die nöthige Festigkeit. — Die Pfetten sind durchgängig aufgekämmt und gegen das Umkanten durch stumpf angesetzte, in die Stuhlsäulen versetzte Knaggen gesichert. — An schweren Dachungen müssen diese Knaggen angeschraubt

werden Fig. 134. Der Spannriegel ist in der Nähe der Fig. 134.
Pfette anzubringen, damit dieselbe keine Einbiegung verursache. —

Diese übereck liegenden Pfetten kommen nicht allein an solchen Dachstühlen wie Fig. 133 vor, sondern lassen sich überall
anwenden. In Fig. 135 ist ein gewöhnlicher liegender Stuhl, 135.
auf dessen Spannriegel die übereck liegende Pfette aufgekämmt
ist; sie wird durch einen eisernen Haken a Fig. 136 gegen das 136.
Umkanten gesichert. — Diese Verbindung habe ich vor mehreren Jahren im hiesigen Schützenhause ausgeführt und sie hat sich ganz gut bewährt.

So lassen sich die Dachstühle auf's Vielfältigste bearbeiten und neue Zusammensetzungen erfinden. Dem Baumeister öffnet sich hier ein unendliches Feld, aber er hat sich zu wahren, daß seine Erfindungen nicht zu schwerfällig oder zu leicht ausfallen. Sein ganzes Bemühen muß dahin gerichtet seyn, bei der geringsten Massenverwendung den Zweck auf's Vollkommenste zu erreichen. — Es ist ebenso fehlerhaft, ein Stück Holz zu viel zu verwenden, als eins zu wenig.

Der Schüler gelangt zu deutlicher Klarheit und Einsicht, wenn er diesen Gegenstand emsig durcharbeitet. Jede der möglichen verschiedenen Verbindungsarten hat er auf alle vorkommenden Gebäudetiefen von 10 zu 10 Fuß fortschreitend zu entwerfen, nicht aber allein das Winkeldach zu berücksichtigen, sondern seine Erfindungsgabe auch an größeren und kleineren Dachhöhen bei den verschiedenen Tiefen zu üben. — Je einfacher die Anordnung des Hölzerwerks ist, je leichter und schneller ein Entwurf übersehen und eingesehen werden kann, desto mehr eignet er sich für die Ausführung. Alles, was zur Ausführung gebracht werden soll, muß sauber und nett seyn und wohlgeordnet dastehen.

Beim Entwerfen aller Holzverbindungen ist das Abbinden auf der Zulage gleichzeitig zu berücksichtigen, d. h., daß sie der Zimmermann gut anfertigen und aufstellen — rich-

Fig. ten — kann. — Die Kunst, abzubinden, gehört nicht hierher, dennoch aber muß hier gesagt werden, daß jeder Verband nach seiner Länge und Quere — Tiefe, Breite — abgebunden wird, daß also ein guter Längenverband, ein guter Querverband zu schaffen und Alles möglichst zu vermeiden ist, was weder diesem noch jenem angehört.

Man hat holzsparende Verbindungen entworfen und vorgeschlagen, auch andere seltsame Zusammensetzungen gemacht, die, wenn nicht geradezu unausführbar, doch sehr viel Arbeit verursachen und deshalb so viel mehr Zeit erfordern, als man durch sie Holz erspart. Hat man die Hölzer auf der Zulage immer übereck gegen einander zu legen, und zwar unter schiefen Winkeln noch obendrein, so ist die Verbindung nicht zu empfehlen. Ich verweise hier nur beispielsweise auf die
137. Stuhlsäule a Fig. 137, auf das Band b, und auf das Band an der Stuhlsäule, welche drei Stücke in die Pfette c gelocht werden müssen.

138. In Fig. 138 ist die Unterstützung der beiden Mittelpfetten a auf ebenso lächerliche Weise hergestellt. Das Band b bekömmt noch ein wenig Zapfen in den Sparren, es muß aber noch durch die Knagge c unterstützt werden.

Diese beiden Verbindungen verdanken ihre Entstehung der Sucht, Neues zu ersinnen. Wer aber nichts Besseres zu erfinden weiß, mag sich lieber mit dem Alten begnügen; es ist weit rühmlicher, das bereits Bekannte gründlich zu verstehen, als Neues zu schaffen, was Niemand nachahmen mag.

Welche sonderbare Merkwürdigkeiten durch das Bemühen holzsparende Verbindungen zu erfinden, zu Tage gefördert werden, zeige noch folgendes Beispiel. Ein Baumeister in Wien, dessen Name mir entfallen ist, hat vor etwa 10 bis 15 Jahren ausgerechnet: daß die Gebäude von großer Tiefe sehr vieles Holz zu ihren Dachverbindungen brauchen, weil die Dächer doch immer auch viel Höhe haben müssen, wie
139. Fig. 139 zeigt. Ein Dachstuhl ist in solchem kaum genug.

Dieser Baumeister zertheilt hiernach das eine Dach in zwei Fig.
Dächer nach Fig. 140, deren Sparren nun wegen ihrer Kürze 140.
gar keine Unterstützung nöthig haben, besonders wenn man sie von 12 Zoll breiten, 3 Zoll starken Bohlen anfertigt, und ihr Längenverband ist äußerst einfach. — Der zwischen beiden Dächern entstehende Raum, welcher von Außen nicht gesehen werden kann, dient zur Anlage der Dachfenster, Essen u. s. f. und verbirgt sonach diejenigen Gegenstände, welche stets ein unangenehmes Ansehen gewähren. Das von beiden inneren Dachflächen in der Ecke a zusammenfließende Regen- und Schneewasser wird in einer Rinne fortgeleitet. — Wer da weiß, welcher große Uebelstand die Kehlen der Widerkehren sind, wird die ziemlich wagrecht liegende Kehle zu würdigen
wissen. — Fig. 141 zeigt die Verbindung der Sparren a im 141.
Firste, Fig. 142 die Verbindung derselben am Fuße. — Da- 142.
mit sich das wagrecht auf der Mauer liegende Stück a nicht
fortschieben lasse, wird es durch Anker befestigt, Fig. 143, 143.
welche bis auf den Hauptbalken b herabreichen. Bei c kommen Aufschieblinge, damit die Dachfläche das Hauptgesims bedecke.

Beschäftigen wir uns nicht weiter mit diesen Kostbarkeiten, sondern kehren wir zurück zu unseren gewöhnlichen Stühlen.

Die beiden unter Fig. 137 und 138 betrachteten Dachverbindungen haben das Eigenthümliche, daß ihre Sparren nicht auf den Hauptbalken sitzen, sondern von einem kleinen Wändchen getragen werden. Dieselben sind die Fortsetzungen der äußeren Umfassungswände und haben einen zweifachen Nutzen. Sie erhöhen den Bodenraum — machen ihn nutzbarer —, und heben das Ansehen der Gebäude äußerlich. — Diese Erhöhungswände dürfen aber nicht so frei und ohne alle Verbindung mit den anderen Theilen des Dachstuhles dastehen, wie
Fig. 144 a zeigt; denn der untere Theil des Sparrens hat 144.
das Bestreben, sich einzubiegen und kann leicht das Wändchen mit hereindrücken, wie bei b angegeben ist.

Fig. Sind dagegen die Punkte c und d nicht gut befestigt, so daß das Fortgleiten der Sparren möglich ist, so wird dieses Wändchen nach Außen gedrückt.

Beides ist zu vermeiden, wenn an jedem Dachstuhlbunde ein kurzer Balken, welcher bis zum Dachstuhle reicht, eingelegt und mit der Stuhlsäule bei b durch eiserne Schrauben
145. fest verbunden wird, Fig. 145. Der Sparren sitzt hier mit seinem Zapfen in dem Stichbalken a.

146. In Fig. 146 ist diese Befestigung größer dargestellt. In der Stuhlsäule wird bei b ein kleiner Einschnitt gemacht, in welchen das Eisen genau paßt; der Stichbalken a wird scharf an die Stuhlsäule herangezogen und angeschraubt. Bei c liegt dasselbe Band.

Die Behandlung der Stichbalken ist sehr verschieden, und wir wollen sie sogleich zu unserer Anschauung bringen.

Bei der Anordnung der Sparren, daß sie wie in Fig. 146 im Stichbalken sitzen, muß jeder Sparren einen Stichbalken erhalten, welcher wiederum in einem Wechsel — Stichbalkenwechsel — gelocht wird. Der Stichbalkenwechsel reicht von einem Bundstichbalken zum anderen.

147. Die in Fig. 145 angedeutete Verbindung hat in Fig. 147 ihre völlige Ausführung gefunden. Der Stichbalkenwechsel trägt vier Stichbalken, welche mit eisernen Klammern an denselben befestigt werden. — Die kleinen Erhöhungswändchen, wenn sie auch noch so niedrig sind, müssen Strebebänder erhalten. Der Längenverband des Dachstuhles ist nach der Fig. 124 beschriebenen Art hergestellt. — Die Figur erklärt selbst Alles.

Bei allen Dachstühlen hat man wohl Acht zu geben, daß die die Kehlbalken tragenden Plattstücke nicht zu weit vom
148. Sparren entfernt liegen, Fig. 148, weil der überragende Theil a von der Last der Dachung niedergebogen, auch wohl gar abgebrochen werden kann, ausgenommen die Kehlbalken hätten eine Stärke, welche diesem Drucke widerstehen könnte.

Da wir aber den Kehlbalken selten über 7 Zoll Stärke geben, Fig.
so darf der Theil a nicht viel über einen Fuß lang seyn. Je kürzer dieser Theil ist, desto kräftiger widersteht er der zu tragenden Last. — Ist der Theil a zu lang, so verliert der gegenwirkende Hebelarm b, welcher seine Stärke in der rückwirkenden Festigkeit des Holzes findet, seine Kraft und läßt
sich nach c Fig. 149 biegen, indem a niedersinkt und der 149.
Sparren eine Einbiegung erleidet. — Ist die Länge b (die Entfernung beider Plattstücke) nicht groß, so wird er sich nicht biegen, desto leichter aber dagegen der Theil a abgebrochen.

Ueberhaupt müssen alle weit überragenden Theile möglichst vermieden oder, wo sie nothwendig sind, mit großer Vorsicht behandelt werden, es sei denn, daß sie nichts zu tragen hätten.

So sah ich im Jahr 1836 die Dachverbindung auf dem Malzhause in Pößneck, in welcher derselbe Fehler zweimal be-
gangen worden war, nämlich der überragende Theil a des 150.
Kehlbalkens und der überragende ein hohes Hauptgesims schützende Theil b des Stichbalkens waren zu lang und deshalb von der Dachung niedergedrückt worden. Der Kehlbalken hatte sich bei c gegen 3 Zoll aufwärts gebogen, desgleichen der Stichbalken bei d, so daß sich der Stichbalkenwechsel ebenfalls aufwärts gebogen hatte. Der Stichbalkenwechsel ist hier in die Stuhlsäule verzapft. — Das Gebäude war wenige Jahre vorher errichtet worden.

Der überragende Theil des Stichbalkens ist zu lang und hat der Last des Daches nicht widerstehen können; er hätte es auch dann nicht gekonnt, wenn der nach d reichende Theil länger gemacht worden wäre.

Diesen beiden Uebelständen wäre durch ein einfaches Mittel abgeholfen gewesen und man brauchte die ganze Dachung nicht herabzunehmen. — Hätte man unter jeden Sparren ein lothrechtes Stück Holz de gesetzt, so fand der Sparren bei

Fig. e eine abermalige Unterstützung, und es wurde zugleich das Aufbiegen des Spannriegels verhütet.

151. Fig. 151 zeigt die Längenverbindung des Stuhles der eben betrachteten Dachverbindung. Sie ist übereinstimmend mit der in Fig. 121 kennen gelernten, aber um den Spannriegel a a bereichert. Dieser Spannriegel, durch Bänder gelegt, ist uns schon in Fig. 65 und 66 vorgekommen. Gewöhnlich wird er über die Bänder geschnitten — geplattet — und hat deßhalb keinen großen Werth; im Gegentheil, will man den Längenverband recht kräftig und wirksam herstellen, dann gebe man den Bändern, die von der Stuhlsäule an's Plattstück laufen, eine größere Länge, — wodurch größere Dreiecke entstehen — und lege ihrer Stärke etwas zu. Den Spannriegel aber lasse man weg, damit die Bänder ihr volles Holz behalten, oder zapfe ihn in letztere.

Der gegenwärtige Dachstuhl unterscheidet sich noch dadurch von dem in Fig. 121, daß der Spannriegel m nicht unmittelbar unter dem Kehlbalken liegt. Das thut man bei großen Gebäudetiefen immer, um dem zu weit freiliegenden Kehlbalken noch eine oder mehrere Unterstützung zu geben. Die von der Stuhlsäule zum Spannriegel laufenden Bänder sichern den Letzteren gegen das Einbiegen.

Ich habe mir nicht die Aufgabe gestellt, alle Arten Dachstühle in ihrer Ordnung hier aufzuführen, meine Absicht geht einzig dahin: die Wirkungen der Last zu veranschaulichen und darzuthun, wie man ihnen entgegenzutreten hat. Es kömmt Alles darauf an, den Schüler dahin zu bringen, daß er mit Sicherheit den schwachen, leidenden Stellen zu Hülfe kommen lerne und das richtige Mittel, wie es jeder besondere Fall erheischt, anzuwenden.

Nach den bisherigen Erläuterungen kann es wohl keine Schwierigkeit mehr verursachen, für jedes beliebig gestaltete Dach, sein Querschnitt und seine Maaße mögen irgend welche seyn, eine tüchtige Verbindung zu erfinden.

Fig. 152 ist ein Dach von größerer Ausdehnung mit er- Fig.
höhtem Dachbodenraume und Pfettenunterstützung. — Die 152.
Erhöhungswand a macht, daß die das Sparrwerk unterstützenden Pfetten b und c von der Stuhlsäule d e entfernt liegen, also nicht wie in Fig. 133 auf diese gekämmt werden
können; es müssen kurze Säulen angebracht werden, welche 153.
gegen das Umfallen durch Bänder zu schützen sind.

Trägt man Bedenken, der Seitenschub der Sparren werde ihrer Länge wegen zu groß und die ganze Sparrenlage äußere ihre Wirkung nach x, so wäre das Umkanten der
Pfetten möglich. Bei fortgesetztem Seitenschube Fig. 154 154.
bricht die Pfette den Zapfen ab, und sie fällt herab. Zu Verhütung dessen schlägt man auf der Seite a eine starke Blechklammer ein oder versieht sie mit einem Schraubeneisen Fig. 153 g. — Anderweit kann auch der Fall eintreten, daß die Säule g h Fig. 153 bei h gut befestigt werden muß, indem sich dieselbe von der Stuhlsäule abheben kann. Wir haben hier genau dieselbe Erscheinung, welche wir an Fig. 36 kennen gelernt haben.

Als ich vor einigen Jahren eine solche Dachverbindung ausführte, ließ ich geflissentlich diese Befestigungseisen nicht sogleich anbringen, aber noch waren nicht einmal die Dachlatten vollständig aufgenagelt, als die Bewegung der Säule g h und ihrer Pfette bemerkbar wurde. Alsogleich ließ ich die Dachlattung innehalten und starke Blechkammern auf die bezeichneten Stellen schlagen, wodurch der Verband vollkommen in Ruhe gebracht ward.

Gelegentlich muß ich hierbei einschalten, daß es dem jungen Baumeister von außerordentlichem Nutzen ist, dergleichen Beobachtungen während des Bauens zu machen. Man muß jedoch etwas vorsichtig dabei seyn.

In der Dachverbindung Fig. 152 sind die Stichbalkensäulen nicht weggelassen; e steht auf dem Bundstichbalken, f auf dem Stichbalkenwechsel. Es ist einleuchtend, welchen

Fig. wichtigen Dienst sie dem Verbande leisten und dessen Haltbarkeit verstärken. Der Sparren erhält durch sie eine größere
155. Grundfläche ab Fig. 155, auf welcher er ruht, und das Dreieck abc ist nicht ohne Bedeutung.

Noch haben wir in der Dachverbindung Fig. 152 einen Umstand zu berücksichtigen, nämlich die Anlage einer Schwelle d für die Stuhlsäulen, welche sich hier in diesem besonderen Falle nothwendig machte, während doch früher gesagt wurde, alles Langholz möglichst zu vermeiden. Allein die Umfassungswand i, auf welcher der Hauptbalken ruht, ist eine Bleichwand — Fachwand —; dieselbe bietet nur der Erhöhungswand a unmittelbare Unterstützung. Die Last des ganzen Daches beinahe wird durch die Stuhlsäulen auf die einzelnen Balkenpunkte geleitet und würde unausbleiblich eine Einbiegung der Bundbalken bewirken, legten wir nicht ziemlich nahe an der Wand hin eine kräftige Schwelle, welche den Druck auch den benachbarten Balken fühlen läßt, den Bundbalken zum großen Theil entlastet. — In den früher betrachteten Dachverbindungen hatten wir gemauerte Umfassungswände, welche eine solche Schwelle überflüssig machten. Es wäre sogar fehlerhaft, dort Schwellen anzulegen.

Sämmtliche bisher aufgeführte Dachverbindungen waren zweiseitige Dächer, in denen die Lastwirkung der einen Dach-
156. fläche die der anderen aufhob Fig. 156, anders ist es in den
157. einseitigen oder Pultdächern Fig. 157. Dem Drucke von x steht kein gleicher entgegen. Ist a ein fester Punkt, so erfolgt bei x die Einbiegung und drückt bei b die Wand hinaus. Ist a kein fester Punkt, so erfolgt bei a eine Biegung nach rechts.

In der soeben gegebenen Erklärung liegt das Wesen der Pultdächer. Je größer sie sind, desto gefährlicher wird dieser einseitige Druck; ihn unschädlich zu machen, ist die Aufgabe des Baumeisters.

Dieser einseitige Druck wird sogleich entkräftet, wenn man ihm gerade entgegen ein Band Fig. 158 stellt. Fig. 158.

Ist die Gebäudetiefe und demnach die Höhe des Daches groß, wonach der Sparren seiner Länge wegen mehr als einmal unterstützt werden muß, so tritt die Widerholung dieser Unterstützungsart ein Fig. 159. Das Band a b macht 159.
in b einen festen Punkt für den Sparren und für den Kehlbalken b c, wodurch der Punkt c unverrückbar gemacht wird und dem Bande c d die nöthige Sicherheit gewährt u. s. f. — Ist a nicht unterstützt, so muß man mit dem Strebebande nach e herüberweichen. — Die Anwendung dieser Bänder ist sehr verschieden und richtet sich nach der Art des Dachstuhles, welche eben zur Ausführung kömmt. Bald geht das Band in die Stuhlsäule Fig. 160, bald in den Spannriegel Fig. 161, bald in Pfette Fig. 162 u. s. f. 160. 161. 162.

Es springt in die Augen, daß das gegen den Sparren hin aufsteigende Strebeband m unerläßlich nothwendig ist, und daß jede ersinnliche Dachverbindungsart im Pultdache ausgeführt werden kann.

So zeigt Fig. 163 ein Pultdach mit erhöhtem Dachboden, dessen Sparren zweimal unterstützt werden mußten. Es bedarf gar keiner Erklärung, zu sehen, welche Grundarten der Unterstützung hier zu einem Ganzen zusammengesetzt und verbunden worden sind. 163.

An Fig. 163 ist zu bemerken, daß der Sparren nicht in den Stichbalken eingezapft ist, sondern auf einem Langholze ruht und noch einige Fuß überragt. Dieser Anordnung zufolge kömmt nur auf jeden Bund ein Stichbalken — Bundstichbalken —, der mit der Erhöhungswand und der Stuhlsäule fest verbunden wird. Sämmtliche Sparren sitzen auf der Pfette Fig. 164, weshalb die Zwischenstichbalken nebst 164.
Stichbalkenwechsel wegfallen. Die Sparren sind unabhängig von der Hauptbalkenlage, mit Ausnahme des Bundsparrens. — Man macht die Bundstichbalken zuweilen dop-

pelt, wie in Fig. 164, indem man sie von beiden Seiten an die Stuhlsäule schneidet und mit ihr verschraubt. Es ist dieß ein Ueberfluß; ein einfacher Bundstich verrichtet dasselbe, wenn man ihn wie bei b Fig. 146 anschraubt. Die Befestigung an der Erhöhungswand geschieht entweder an einer Säule oder am Plattstücke und muß jedenfalls mit Eisen befestigt werden.

So sind auch hier die mannichfaltigsten Zusammensetzungen und Vermischungen möglich, und dem Baumeister stehen eine Menge Mittel zu Gebote.

Alle die bisher betrachteten Dachverbindungen haben wir in ihrer einfachsten Anwendung kennen gelernt und ausgeführt; wir haben die Verbindungen an sich selbst, eine jede als ein selbstständiges Ganzes, welches sich mit dem darunter befindlichen Gebäude nicht in Zusammenhange befindet, zu unserer Anschauung gebracht. Aber das ist noch nicht Alles, was der Zimmermann dabei zu bedenken hat; denn wir haben in der Wirklichkeit außerdem noch vielerlei Bedingungen zu erfüllen, die, lassen wir sie unbeachtet, gar bald sowohl auf unsere Verbindungen selbst, als auch auf das übrige Gebäude höchst nachtheilig einwirken.

Vorzüglich haben wir unser Augenmerk bei vorkommenden Walmdächern und Widerkehren auf die Lastwirkung des Dachstuhles zu richten.

Der stehende Dachstuhl veranlaßt uns nicht zu großen Bedenklichkeiten, weil er ruhig seine und des Daches Last in lothrechter Richtung fortpflanzt; der liegende Stuhl dagegen arbeitet wie ein böser Feind, halten wir ihn nicht tüchtig in Zaum und Zügel. Der liegende Stuhl hat eine gezwungene Stellung, er gleicht vollkommen dem Hängewerke, welches die Last abweisend einen anderen Weg führt, als den, der ihr natürlicher ist.

Jeder schiefstehende Körper übt einen Seitenschub aus, und dieser Seitenschub wird um so größer, je mehr Last

man ihm aufbürdet. Aber er übt nicht nur den Seiten- Fig.
schub aus, sondern er will auch umfallen.

Nun sind im liegenden Stuhle zwei solcher Körper zu einem Ganzen verbunden, Fig. 165, welche auch sofort, noch 165.
ehe sie fremde Last zu tragen haben, nach den bei a und b bezeichneten Richtungen wirksam werden. Auf den Hauptbalken aa wirken sie zerreißend, auf den Spannriegel bb zerdrückend. Bei hinreichenden Holzstärken wird Beides vermieden; außerdem sind die Ebenen aa und bb ununterbrochene. An den Walmseiten und Widerkehren aber sind beide unterbrochene Ebenen, und der Stuhl, der die ganze Dachlast zu tragen hat, wirkt auf sie ein.

Fig. 166 ist die Darstellung eines Walmes, an dem drei 166.
liegende Stuhlsäulen sich befinden: auf dem Stichbalken a steht die für den Mittelsparren, auf den Gradstichbalken b und c stehen die Gradstuhlsäulen. Sämmtliche Stichbalken sind in den ersten durchgehenden Balken d gelocht und werden von demselben getragen und gehalten. Außerdem sitzen sie in den beiden Mauerlatten in Kämmen. — Es bedarf wohl keiner besonderen Erklärung, daß namentlich die Stichbalken a, b und c mit dem Balken d fest verbunden werden müssen, wenn sie von ihren Stuhlsäulen nicht aus demselben herausgeschoben werden sollen. — Bei einem Walme, wo die Stichbalken auf 2 Mauerlatten Auflager und Befestigung durch Kämme oder Dübel finden, und die sämmtlichen Stichbalken mit dem Balken d eine Vergatterung bilden, auch eine gute Umfassungsmauer vorhanden ist, ist eine Ausbiegung — Hinausschieben der Giebelwand bc nicht so leicht möglich, als wenn die Umfassung nur eine Bleichwand wäre, dennoch aber hat man die Befestigung der Stuhlsäulenstichbalken nicht aus den Augen zu lassen. — Als natürliche Verankerung dienen nach der Länge des Gebäudes durchlaufende Scheidewände oder Träger, welche mit der Wand bc verbunden sind. Eine Ausbiegung der

Giebelwand ist dann nicht, wohl aber das Herausziehen der Stichbalken aus dem Balken d immer noch möglich. — Bei großen, schweren Dachungen kann sich sogar der Balken d nach a hinausbiegen, wenn man ihn nicht gut dagegen verwahrt.

Entgegengesetzt wirkt die durch den Stuhl fortgeleitete Last auf die Spannriegel, welche unter den Kehlbalken liegen. Der vom Walme herein zunächst liegende Stuhlbund kömmt auf den Balken e f und der Spannriegel dieses Bundes empfängt die Last des Walmes durch den Spannriegel g h, also in seiner Mitte. Auch die Spannriegel der beiden Grade gehen nach dem Mittelpunkt h, werden aber dort von 2 kleinen Spannriegelwechseln in Empfang genommen, was deshalb geschieht, weil, ließe man alle drei Walmspannriegel in h zusammentreffen, keiner derselben einen ordentlichen Zapfen bekommen könnte. Diese drei Spannriegel vereinigen nichtsdestoweniger ihre Lastwirkungen im Punkte h, und da sie von gleicher Größe sind, so geht ihre Wirkungsrichtung von h nach i. — Bei nur einiger Länge des Spannriegels k l erfolgt die Ausbiegung desselben nach i hin, und der Walm erleidet eine Einbiegung. — Je bedeutender die Einbiegung des Walmes wird, desto größer wird der Winkel, welchen die Walmstuhlsäule mit ihrem Spannriegel g h bildet, und demzufolge das Band m zu kurz, ja dasselbe kann sogar herausfallen. Daß dieß wirklich geschieht, davon habe ich mich versuchsweise überzeugt. — Man kann diesen Uebelstand sehr schnell beseitigen und beugt ihm vor, wenn man in die Spannriegellage den Spannriegel h i legt. Somit ist der Last des Walmes die rückwirkende Festigkeit der beiden Spannriegel k l und n o entgegengesetzt. — Ist auch dieses noch nicht hinreichend, wie bei größeren Dachungen vorauszusehen, so legt man statt des Strebespannriegels h i die beiden Strebespannriegel p o und q n an; oder man verlängert den h i bis zum anderen Walme, wenn überhaupt noch ein solcher vorhanden ist. —

Hat das Gebäude nur auf einer Seite Walm, dann muß man nothwendigerweise die Strebespannriegel po und qn gebrauchen. Wir haben hier die Anwendung des an Fig. 100 erklärten Satzes. Fig.

Der Spannriegel gh nimmt, wenn kl gegen das Ausbiegen geschützt ist, den wagrechten Druck des Walmes auf und hält die Kehlbalken von ihm frei. Diese bekommen nur den senkrechten Druck und senden ihn durch das Plattstück der Stuhlsäule zu. In den Kehlbalken op mögen nun noch so viele Stiche gehen, er wird deshalb doch keine Ausbiegung erleiden.

In Scheunen, Lagerhäusern, großen Hallen, Sälen und dergleichen tritt häufig der Fall ein, daß nur die Bundbalken vorhanden seyn dürfen. Da müssen die Walmseiten sehr vorsichtig behandelt werden. Die Balken für die Zwischensparren werden ausgewechselt und man versieht sie, wenn man Seitenschub besorgt, mit einem wagrecht liegenden Sprengwerke Fig. 167, welches man nach gerader oder gebrochener Linie 167.
einlegt. — Dieß gilt natürlich nur für solche Dachverbindungen, in denen die Sparren auf den Balken aufsitzen. — Bei Pfettendächern kann es nicht vorkommen.

Solche Sprengwerke lassen sich überall, in den Kehlbalkenlagen, in Sparrenwänden, Dachstühlen u. s. w. anbringen. Fig. 168 zeigt einen stehenden Stuhl, dessen Bundbal- 168.
ken ab und cd eine zu große Entfernung haben, als daß man dem durch die gewöhnlichen Bänder unterstützten Plattstücke ef seine Kehlbalken und mithin die Dachlast zu tragen zumuthen könnte. Es ist deshalb eine Verbügung — ein Sprengwerk angeordnet worden. Solche Verstärkungen tragen sehr große Lasten und werden auch nur gegen sehr große Lasten angewendet. Uebrigens zieht sich der Grundgedanke dieser Verstärkungsart durch das ganze Lehrgebäude der gesammten Zimmerei. Sie gleicht dem steinernen Gewölbe auf's Vollkommenste; sie hat dieselbe Dienstverrichtung und äußert

Fig. sich in derselben Weise, es fehlt ihr wie dem Gewölbe der innere Zusammenhang, welchen das Hängewerk in seinem
169. Balken oder dergleichen findet. — In Fig. 169 ist die Wirkung der Last angedeutet. An der Stuhlsäule ab vereinigen sie sich im Punkte c und werden ruhig nach a gewiesen. Anders ist es an der Endstuhlsäule de. Bei f fehlt die entgegenwirkende Last und die Stuhlsäule wird entweder, wenn sie nicht stark genug ist, bei f ausgebogen oder, wenn die Punkte d und e nicht gut verwahrt sind, zersplittert oder sonst aus ihm verdrängt. — Für den letztern Fall kömmt es darauf an, ob der Punkt f näher nach d oder nach e zu liegt. Liegt er näher nach e, so kann der geeckselte Zapfen abbrechen
170. Fig. 170 oder das Stirnholz des Plattstückes am Loche aus-
171. reißen Fig. 171; oder ob der Punkt f näher nach d liegt. Liegt er so, dann wirkt die Last zersplitternd auf den Fuß der
172. Säule; dieselbe zersplittert am Zapfen, Fig. 172. — Man hat dem zufolge die Säule de in ihren eigenen Maaßen stärker zu nehmen oder eine Doppelsäule zu stellen und die Punkte d und e mit eisernen Bändern gut zu verwahren. — Unter allen Umständen ist die Wirkung des Spannwerkes eine ähnliche.

Ist die Entfernung der Stuhlsäulen ab und cd sehr groß, dann verstärkt man wohl auch die Stuhlsäule ab, nebst den übrigen im Innern des Daches.

Die eben besprochenen Beispiele zeigen uns, daß an jedem beliebigen Orte, an welchem das Einbiegen oder gar das Brechen zu befürchten ist, die nöthigen Verstärkungen angebracht werden können. — Noch mehr dergleichen Fälle aufzuzählen, wäre Ueberfluß; es genügen diese Andeutungen, der Baumeister muß auch selbst ein wenig nachdenken. — Kehren wir zu den Betrachtungen, welche uns aus Fig. 166 entspringen, zurück.

Der durch die Spannriegel in wagrechter Richtung fortzuleitende oder zu vernichtende Druck muß oftmals mit kluger

Ueberlegung beseitigt werden, besonders wenn mehrere Wal- men und Kehlen unter schiefen Winkeln zusammenstoßen, oder auch wenn verschiedene Gebäudetiefen unter schiefen Winkeln an einander stehen. Fig.

Fig. 173 ist einer der einfachsten Fälle. Die Gebäude- tiefe ab ist = 44′ und hat auf jeder Seite 1′6″ Dachvor- sprung, das macht also für die Balkenlänge 47′, die Tiefe des Seitenflügels cd beträgt 32′, die Balkenlänge also 35′. Der Winkel, unter dem die beiden Gebäudetiefen zusammenlaufen ist ein stumpfer, nur wenig größer als ein rechter. Der Forst des Seitenflügels steht niedriger als der des Hauptgebäu- des. — Die Figur 173 zeigt die Spannriegellage mit den darauf ruhenden Plattstücken. Dachstuhlbinder sind pe, of, qs, gq, hq, il und mn. Von den drei Spannriegeln (am Walme) hg, gq und sq ist der Letztere der einzige, wel- cher, verlängert, einen anderen Spannriegel trifft; der ver- längerte Spannriegel sk nimmt nun den Spannriegel hq auf, beide zusammen halten einen Wechsel, in welchen der gq geht. Offenbar würde sk durch die beiden hq und gq eine Ausbie- gung erleiden, legte man nicht den Wechsel ut ein, welcher gleichzeitig den beiden Spannriegeln mn und of dient. Außer- dem wird die Anlegung leitender Bänder qr und sr, ebenso fn nöthig. — Die wirkende Last ist durch Pfeile bezeichnet. Sollten die beiden Spannriegel il und pe in k und t Ausbie- gungen erleiden, so dienen dagegen die in Fig. 166 kennen ge- lernten Mittel; bei der Kürze des letzteren wird keine Ausbie- gung zu befürchten seyn, überdieß dienen mn und das in n eintreffende vom Spannriegel fo kommende leitende Band als Streben. 173.

In jeglichem besonderen Falle gestaltet sich das Zusam- menarbeiten der Spannriegellage anders und es kommen sehr verwickelte Zusammensetzungen vor. Zuweilen laufen die Spannriegel so gegen einander, daß man selbst mit Wechseln

Fig. nicht mehr genug helfen kann, sondern zu lothrecht einzustellenden Säulen seine Zuflucht nehmen muß.

174. So z. B. laufen vier Spannriegel Fig. 174 gegen einander, welche in eine Säule gezapft werden müssen. Bei Anfertigung der Schablone für die Säule ist darauf zu sehen, daß jedem Spannriegel eine winkelrechte Fläche entgegensteht. Die Säule findet ihre Befestigung im Balken und Kehlbalken; trifft sie aber nicht auf dieselben, so müssen sofort die nöthigen Wechsel eingelegt werden.

Dergleichen Fälle kommen meist nur in ganz unregelmä-
175. ßig gestalteten Gebäuden vor, wie Fig. 175 ein solches mit Kehl-, Grad- und Forstlinien zeigt. — In demselben ist die Lage des Plattstückes angedeutet. Die Spannriegel der fünf Bünde a, b, c, d, e kommen im Punkte n zusammen und müssen in einer Säule ihre Befestigung finden.

Der Schüler muß derartige Fälle bearbeiten. Wir können jetzt nicht weiter auf den Gegenstand eingehen und ich erwähne nur nochmals, daß die tüchtige Befestigung der Spannriegellage von großer Wichtigkeit ist. Von der Vernachlässigung derselben rühren die Einsenkungen der Dachflächen her.

Fig. 166 veranlaßt mich endlich noch zu der Bemerkung, daß es in Bezug auf den Verband des Dachstuhles gar nicht gleichgültig ist, ob ein Dach auf beiden Seiten abgewalmt ist oder nur auf einer Seite. — Das auf beiden Seiten ab-
176. gewalmte Dach Fig. 176 braucht nicht den starken Verband im Dachstuhle, wie das nur auf einer Seite abgewalmte
177. Fig. 177. Der Walm übt einen wagrechten Druck auf den Dachstuhl aus, der sich im zweiseitigen Walmdache aufhebt, im einseitigen aber im Stuhle seinen Widerstand finden muß. — Einseitigen Abwalmungen wird man durch eine tüchtige Verstrebung des Stuhles entgegenkommen.

Die von Fig. 112 an betrachteten Dachstühle haben sämmtlich nur den einen Dienst, ihr Dach zu tragen, zu ver-

richten, wie verschieden sie auch in ihrer Anordnung seyn mö- Fig.
gen. Der Dachstuhl wird aber auch, wie schon früher angedeutet wurde, zu einer zweiten Dienstverrichtung, zum Tragen der Balkendecke gebraucht. Ja, es müssen öfters die Balkenlagen mehrerer Stockwerke in der Dachverbindung ihre Befestigung erhalten. Der Dachstuhl verwandelt sich dann in ein Hängewerk, was beim liegenden Stuhle, der schon bestehenden Aehnlichkeit wegen, mit gar keiner Schwierigkeit verknüpft ist. Der liegende Stuhl geht im Hängewerke auf. — Indessen auch der stehende Stuhl läßt sich mit Leichtigkeit zu einem vollkommenen, ganz reinen Hängewerke umgestalten,
wie Fig. 178 zeigt. — Unter die stehenden Stuhlsäulen sind 178.
Träger gekommen und zwischen sie ein Spannriegel. Außerdem ist keine Veränderung am Stuhle vorgegangen. Die Richtebänder, nunmehr zu wirklichen Streben geworden, haben oben und unten Versatzungen erhalten. Der Spannriegel braucht keine solche. Im Längenverbande ändert sich gar nichts. — Die Hängesäulen sind bei der Lichtweite von 30 Fuß einfach geblieben; wird diese aber weiter, mithin die Last vergrößert, dann müssen sie wohl doppelte werden.

Hat die Balkenlage keine fremde Last zu tragen, so ist bei der Weite von 30 Fuß eine Hängesäule hinreichend, da jeder freiliegende Theil des Balkens 15′ beträgt. Bei 36 Fuß ist die Grenze des einfachen Hängewerkes, ausgenommen die Balkendecke wäre nicht vorhanden, so daß blos der Bundbalken getragen werden müßte. — Ich habe derartige Hängewerke ausgeführt gesehen und als ganz zweckmäßig gefunden. — Was an Fig. 82 über das Zusammenstoßen der Zapfen gesagt wurde, gilt auch hier von Strebe und Spannriegel.

Von allen Arten des liegenden Stuhles eignet sich keine besser zum Hängewerke als die in Fig. 133 kennen gelernte
und es ist dieselbe in Fig. 179 zu einem Hängewerke gemacht 179.
worden, indem jener Dachstuhl um die Hängesäule und den Träger vermehrt wurde. Unter A ist der Querverband, unter

Fig. B der Längenverband sichtbar. — Gegen das Einbiegen der langen Streben bringt man den Spannriegel a an, welcher in Streben und Hängesäule eingezapft wird. Ist die Hängesäule eine doppelte, dann bleibt der Spannriegel ganz, indem je die Hälfte seiner Stärke aus beiden Säulen geschnitten
180. wird, wie Fig. 180 zeigt. — Die doppelte Hängesäule kann wie in Fig. 179 unter den Sparren abgeschnitten werden oder bis zum Forste in die Höhe gehen und den Bundsparren zwischen sich fassen, welches Letztere in Fig. 180 angenommen wurde. Außerdem wird sie noch sehr verschieden behandelt, wie wir in der Folge sehen werden.

Ueber die doppelten Hängesäulen muß ich hier gleich noch Etwas anfügen. Nämlich man sieht sie sehr häufig verzahnt. Die Verzahnung, sagt man, vermehre ihre Tragfähigkeit. Das kann man jedoch nur so lange behaupten, als man nicht
181. ernstlich darüber nachgedacht hat. — Fig. 181 A sey die verzahnte Hängesäule. Die Verzahnung betrage 4 Zoll, die Breite der Hängesäule 11 Zoll, so ist die Breite ab noch 7 Zoll, bc = 11 Zoll, mithin die Breite ac = 7″ + 11″ = 18 Zoll. Ist die Stärke der Hängesäule 8 Zoll, so beträgt ihr Querschnitt 18″. 8″ = 144 Quadratzoll. Hätte man die Hängesäule nicht verzahnt, so würde ihr Querschnitt wie in B (11″ + 11″). 8″ = 22″. 8″ = 176 Quadratzoll betragen haben, also 32□″ mehr, folglich auch größere Tragfähigkeit besitzen. — Da nun in A die Breite 18 Zoll hält, so ist das ganz dasselbe, als hätte man zwei Säulen wie in C stumpf an einander gestellt; wenn jede dieser beiden Säulen 9 Zoll mißt, so beträgt ihr Querschnitt ebenfalls 144□″, folglich besitzen sie dieselbe Tragfähigkeit wie die verzahnten. — Es leuchtet ein, daß die Verzahnung der Hängesäulen nichts als eine Holzverschwendung ist, da man die Säulen stärker braucht, als sie nachher bleiben. — Die Hängesäulen müssen jederzeit gut zusammengeschraubt werden, sie mögen verzahnt seyn oder nicht. — Sie mit verzahnten Trägern und dergleichen zu

vergleichen, ist ganz unpassend, da das Wesen und der Dienst Fig.
derselben etwas ganz Anderes ist.

In Fig. 176 ist der Längenverband in die Streben gelegt; b und c sind die Riegel, welche mit ihren Bändern im Durchschnitte B daselbst deutlich dargestellt sind. — Dieser Längenverband hätte ebenso gut an der unteren Hälfte der Streben angebracht werden können.

Fig. 182 zeigt ein vollständig ausgeführtes Hängewerk 182.
mit zwei doppelten Hängesäulen. Der Dachverband ist durch Pfettenunterstützung nach der in Fig. 152 angedeuteten Art hergestellt; dieselbe läßt sich auf's Vortheilhafteste, wie wir schon an Fig. 179 sahen, zu einem Hängewerke benutzen. Sehr bequem stellt man auf jedem Stuhlbunde, den Hängesäulen entsprechend, eine lothrechte Säule, welche die großen Streben — eigentlich Dachstuhlsäulen aufnehmen und eine fünfkantige Forstpfette tragen. Liegen die Pfetten zu weit frei, so sind sie durch Bänder wie Fig. 153 zu unterstützen; diese Bänder wurden hier absichtlich weggelassen, im ersten Bunde links sind sie jedoch einpunktirt. Nimmt man an, daß die Balken von Mitte zu Mitte $3\frac{1}{2}$ Fuß Entfernung haben, so stehen die Bunde $3\frac{1}{2}'$. $5 = 17\frac{1}{2}$ Fuß von einander, auf welche Weite die Pfetten jedesfalls Bänder erhalten müssen.

Zur richtigen Beurtheilung der vorstehenden Figur muß gesagt werden, daß der erste und vierte Bund als von Schiedwänden unterstützt angenommen, für dieselben also kein Hängwerk nöthig wurde. Der Gleichartigkeit wegen, welcher zufolge für das Bearbeiten der ganzen Dachverbindung eine große Erleichterung erzielt wird, sind diese beiden Bünde den Hängewerksbünden ähnlich gemacht worden. Hierdurch erlangt man zugleich den Vortheil, das Dach mag nun noch so lang seyn, den Längenverband in diesen stehenden Säulen herzustellen.

Der Längenverband im Hängewerke ist nach Fig. 72 angeordnet, bildet also wieder ein Hängewerk für sich. Daß ein

Fig. solcher sehr stark ist, geht aus seiner Gestaltung hervor. — Die Forstpfette trägt zu Dauerhaftigkeit des Längenverbandes wesentlich bei, und man braucht in einem noch so langen Dache nur einige Male die hohen Mittelsäulen auf die bezeichnete Weise festzustellen, um der ganzen Dachverbindung die gehörige Standhaftigkeit zu geben. Es leuchtet von selbst ein, daß, wenn die vorige Dachverbindung um einen oder einige Dachbünde, welche hier zu 17½ Fuß von einander entfernt angenommen wurden, vergrößert, d. h. verlängert wird, wie
183. in Fig. 183 geschehen, durch die Forstpfette a auch die Säule b ihren festen Stand bekömmt. Freilich bis in's Unendliche darf eine solche Verlängerung nicht gemacht werden, denn dann würde die zu haltende Last doch überwiegend werden.

Die beiden Strebebänder c und d müssen mit ihren Fußpunkten den Säulen e und f so nahe als möglich stehen, weil die Schiedwände x und y den Bundbalken unter e und f Unterstützung geben, und sonach wird das Einbiegen des Trägers vermieden. — Das Hohlsetzen der Streben und Bänder ist jederzeit höchst bedenklich und nothwendiger Weise wo immer möglich zu vermeiden; schon an Fig. 68 sahen wir das Nachtheilige desselben an ganz einfachen Bändern u. s. f., aber an Hängewerken ist es von außerordentlicher Bedeutung. — Steht eine Strebe auf einem Balken nicht über der Unter-
184. stützung des Balkens, wie in Fig. 184, wo die Verlängerung der Strebe nicht einmal bei o und p die Unterstützung erreicht, während die Strebe doch mindestens in dem Punkt v eintreffen müßte, so ist es keinem Zweifel unterworfen, daß die Einbiegung des Balkens erfolgt, ja, es tritt sehr leicht der Fall
185. ein, daß der Balken, wie Fig. 185 zeigt, vom Kamme weg zerplatzt und die Einbiegung nur noch heftiger wird. — Kann der Balken bis zum Punkte p unterstützt oder die Strebe bis v herausgerückt werden, so ist die Einbiegung unmöglich.

Hier könnte man mit Recht die Frage aufwerfen: „Unter

welcher Last erfolgt die Einbiegung?" oder: „Wie stark muß der Balken seyn, daß er sich nicht einbiege?"

Betrachten wir Fig. 182, so finden wir, daß die Last des Daches und die Last der Balkendecke, nebst der eignen Last der Hängewerkstheile auf vier Punkte zurückgeführt oder übergeleitet worden sind; links sind diese Punkte bei a und b sichtbar, rechts sind sie durch die Erhöhungswand verdeckt. Die beiden Strebebänder des Längenverbandes wirken auch ablastend und leiten den Druck auf den Träger bei c und d. Sollen sie als eigentliche Streben gelten, so müssen sie oben an den Hängesäulen und unten im Träger Versatzungen erhalten, nichtsdestoweniger wird die Last hauptsächlich auf die zwei Balken a und b durch die zwei Strebenpaare geleitet. Stellt man sich nun vor: die Balkendecke sey ausgestakt oder geschaalt, getüncht und gedielt, und das Dach sey mit Ziegeln, Schiefer oder Metall gedeckt, so wird man sich in der Kürze sagen, daß dieß Alles eine große Last und daß sie sehr bald im Stande sey, die Einbiegung zu bewirken. — Wären hier nicht doppelte Mauerlatten gelegt, so würde die Einbiegung auch wirklich erfolgen; sobald die beiden Balken a und b nur die mindeste Einsenkung erleiden würden, bekämen auch die beiden Streben c und d einen Theil der Last. Aber diese beiden Streben sind nicht vollkommen und gut unterstützt, wie sie es als Streben seyn müßten, folglich wäre auch ihr Widerstand nicht hinreichend.

Wie thöricht würden wir es finden, wollten wir die tragenden Theile unserer Hängewerke nicht unterstützen, selbst wenn wir wüßten, daß die leidenden Balken stark genug wären! Die Rechnung bleibt hier stets unsicher, und besser ist es, wir brauchen die nöthige Vorsicht, d. h. wir unterstützen.

Fragt einmal einen Arzt: wieviel er in irgend einer Krankheit Gift verschreibe, ohne daß es dem Kranken Nachtheil bringe? und er wird Euch antworten: daß er sich nach der jedesmaligen Beschaffenheit des menschlichen Körpers zu

Fig. richten habe. — Aber wer hat ihn gelehrt, wie viel dieser oder jener Körper vertragen könne? — — Und in solchem Falle gleicht der Arzt völlig dem Baumeister, d. h. hat er nicht während und nach seinem Schulunterrichte selbstthätig gearbeitet, nicht unter Aufsicht und Leitung wichtige Fälle behandelt, also keine tüchtigen, gediegenen Erfahrungen gesammelt, so bleibt er ein Stümper, ein erbärmlicher Pfuscher bis an sein seliges Ende. — Es gibt so sehr Vieles, was am allerbesten die Erfahrung lehrt, und so ist es mit der obigen Frage, deren Beantwortung rein überflüssig wird, wenn die Fußpunkte aller Streben gut unterstützt sind. In solchem Falle ist dann ein Balken von 8 bis 9 Zoll stark genug, während er nach Fig. 184 bei 12 und mehr Zollen Stärke noch nicht genügende Widerstandsfähigkeit besitzt.

Es ist auch dem Baumeister ganz einerlei, ob er zu seinen Verbindungen, welchen Zweck sie auch haben mögen, starkes oder schwaches Bauholz verwenden soll, denn er weiß, daß er das schwache öfter unterstützen und der Verbindung mehr feste Punkte verschaffen muß. So z. B. erbaute ich eine lange Kegelbahn von 3 Zoll starkem Bauholze, — es hielt also im Querschnitte 9□″ — und sie steht seit etlichen Jahren fest und gut, während ein Paar Jahre früher einer meiner Mitmeister eine solche von 6 Zoll starkem — also 36 Quadratzoll im Querschnitte haltendem Bauholze errichtete, welche, nachdem die Dachziegeln aufgehängt waren, sich um einen Fuß seitwärts neigte. Es fehlte an Nichts, als an den nöthigen festen Punkten. Ich werde hierauf zurückkommen. — Wenden wir unsern Blick noch einmal zu Fig. 183.

Wir sprechen von den Fußpunkten der Streben c und d, welche den Säulen e und f möglichst nahe stehen sollen. —
186. Stellen wir dieselben wie Fig. 186 c unmittelbar an die Säule e, so stehen die Zapfen dieser beiden Verbandtheile in einem Loche, was schon an Fig. 53 als verwerflich dargethan wurde. Bekömmt die Strebe Versatzung, dann ist das Zusammen-

drücken des Säulenzapfens weniger zu befürchten. Allein Fig.
Fig. 187 zeigt es uns deutlich, daß durch das Säulenzapfen- 187.
loch ein Theil der Stirn der Strebe, wie auch deren Zapfen nicht am Stirnholze des Trägers m stehe, wogegen es doch durchgängig zur Pflicht gemacht ist, daß eine Strebe möglichst viel Widerstandsfläche finde.

Etwas Mangelhaftes bleibt hier immer, wenn man auch das Zusammentreffen der beiden Zapfenlöcher vermei-
den wollte, indem man sie nach Fig. 188 anbringt, da 188.
von a bis b höchstens 6 bis 7 Zoll gemessen werden und auf diese kleine Länge die Holzfasern sehr leicht abgeplatzt werden können. Es wäre denn, daß man Schrauben zu
Hülfe nehme, wie Fig. 189 zeigt. Dieselbe wird in schräger 189.
Richtung durch Strebe und Träger gebohrt; unten wird so viel aus dem Holze genommen, daß der Schraubenkopf gerade hineinpaßt, auf der Strebe geschieht dasselbe. Erhielt nun die Strebe wirklich fremde Last, so würde die Schraube das Fortgleiten jedenfalls verhindern, vorausgesetzt: die Last ist nicht allzu groß.

Erfolgt wegen schlechter Unterstützung die Einbiegung der Balken a und b Fig. 182, dann geht die Last auf die Streben c und d über, und zwar so lange, bis jene Einbiegung Statt finden kann. — Was durch diese Einbiegung geschieht, wollen wir nun betrachten.

Daß die Strebe c Fig. 189 gut unterstützt ist, unterliegt keinem Zweifel. Das Eine könnte man einwenden, daß sie zweimal Längenholz — Träger und Balken — unter sich habe und eine Zusammendrückung Statt finden werde. — Das ist allerdings gegründet, aber nicht zu ändern. Wie groß auch die Last seyn mag, so groß wird sie doch nicht, daß diese beiden Hölzer völlig breit gedrückt würden. Dann würde eher das Zusammenbrechen der ganzen Hängewerksverbindung Statt finden. — Aber die Strebe wird sich einfressen, wie wir es schon in Fig. 35 sahen, und die-

Fig. 190. 191. ses Einfressen geschieht ebenso wohl auf dem Träger Fig. 190, als auch oben an der Hängesäule, Fig. 191 von der Strebe c, und vom Spannriegel g. — Diese Zusammendrückbarkeit des Holzes wird für manche Verbindung sehr bedenklich, wie ich später nachweisen werde. Für Verbindungen wie Fig. 182 ist es ebenfalls nachtheilig.

Durch das Zusammendrücken der beiden Hängesäulen rücken die Stirnflächen der Strebe und des Spannriegels einander näher und dadurch wird das Herabsinken der Hängesäule möglich, folglich auch das Einbiegen der ganzen an sie gehängten Balkendecke und des auf ihren Streben ruhenden Daches.

192. Die Strebe c Fig. 192 beschreibt, indem sie sich in die Hängesäule einfrißt, ein kleines Kreisstück, dessen Mittelpunkt o — nämlich der Berührungspunkt der Unterkante der Strebe und der Oberkante des Balkens — nachdem die Holzfasern beider Verbandtheile hinlänglich zusammengepreßt worden sind, und u der Mittelpunkt war. Sobald bei o die Fasern sich nicht mehr zusammendrücken lassen, hebt sich u und splittert die Versatzung vom Träger ab. — Die hieraus entstehenden Folgen brauche ich wohl nicht weiter aus einander zu setzen. — Ist die Schraube am Fuße der Strebe vorhanden, so leistet sie allerdings sehr wirksame Dienste gegen das Ausgleiten derselben, und in den meisten Fällen ist sie genügend, wenn nur die übrigen Punkte gehörig fest und gut verwahrt sind.

Aus den eben betrachteten Hängewerksverbindungen geht deutlich hervor, wie zweckmäßig sie gleichzeitig als Dachstuhl benutzt werden, und daß ihre Tüchtigkeit und Standhaftigkeit nicht in Zweifel zu ziehen ist. Außer den gegebenen Beispielen können sie noch verschiedenartig bearbeitet und zusammengesetzt werden. Ich verweise nur auf Fig. 138, welche Dachverbindung blos mit einem Träger zu versehen

ist, um ein Hängewerk aus ihr zu machen. Ihr Werth ist jedoch nicht groß. Fig.

Mehrmals wurde schon darauf hingewiesen, den Hängewerken möglichst feste Punkte zu verschaffen, damit die so verderblichen Einsenkungen nicht entstehen. Und diese festen Punkte erzielt man, indem man den Streben unmittelbare Unterstützung darbietet, und die das Spannwerk bildenden Streben und Spannriegel mit ihren Stirnflächen unmittelbar zusammenstoßen läßt. Diese wichtige Regel kann sich der Anfänger nicht deutlich und scharf genug einprägen, denn es ist nicht zu vermeiden, daß er eine Menge schlechter Muster sieht.

Wie albern ist in diesem Sinne die in Fig. 193 gegebene Hängewerksverbindung, während das Hängewerk an sich selbst eigentlich ohne Tadel dasteht. Aber das Fehlerhafte liegt darin, daß die Streben a, a viermal zusammendrückbares Langholz — nämlich: Kehlbalken, Plattstück, Spannriegel und Balken — unter sich haben. Das Quetschen der genannten Hölzer erfolgt nach und nach jedenfalls, und ehe ein Jahr — gewiß eine kurze Frist! — vergangen, hat sich die Balkendecke eingebogen. 193.

Die doppelte Hängesäule wird ausgeschnitten, damit der Kehlbalken und der Spannriegel ungeschwächt durch sie gehen können. — Da das Einbiegen der Balkendecke unbezweifelt erfolgt, so ist es natürlich, daß dasselbe auch mit dem Kehlbalken und Spannriegel geschieht. Die Stuhlsäulenbänder b, b leisten zwar einigen Widerstand, jedoch nicht auf die Dauer. — — Bei einer ganz leichten Balkendecke reicht am Ende eine derartige Hängewerksverbindung aus, indeß empfehlenswerth ist sie durchaus nicht. — Etwas besser, weil ein Langholz dem Hängewerksdrucke entrückt, wird die Verbindung, wenn der Dachstuhl von Fig. 121 statt des vorigen seine Anwendung findet; wie groß inzwi-

Fig. schen die Verbesserung sey? — das läßt sich kaum beantworten.

Nur dann läßt sich diese Anordnung der Hängewerke einigermaßen entschuldigen, wenn in bereits stehenden Gebäuden Veränderungen vorgenommen werden müssen, wo Säle oder große Zimmer anzulegen sind. Allein auch hier dürfte es nicht unmöglich seyn, ein ganz für sich bestehen-
194. des Hängewerk Fig. 194, auf dem Balken ruhend, anzubringen. — Man errichtet ja sogar neue Gebäude in dieser und ähnlicher Weise, damit die Last des Daches und die Last der Balkendecke, nicht auf einen Punkt zusammengeführt werden, indem man den Hängewerksbund um ein oder einige Balken vom Dachstuhlbunde entfernt.

Das Vertheilen der Last ist beim Entwerfen jeglicher Verbindung sehr zu berücksichtigen, und man muß sich wohl in Acht nehmen, wenige einzelne Punkte zu sehr oder gar einseitig zu belasten.

195. Fig. 195 ist der Durchschnitt des im Jahr 1836 im Weimar ausgeführten Daches über dem Treppenraume des Armbrustschützenhauses. Die Balken liegen auf 29′ frei, mußten also durch ein Hängewerk getragen werden, welches man herstellte, indem man die doppelte Hängesäule über Spannriegel und Kehlbalken schnitt und an dieselben befestigte. Demnach hat die Stuhlsäule a zunächst die Last der freilie-
196. genden Decke zu tragen. — Die Last fängt bei a Fig. 196 an, die Hängesäule niederzuziehen, die Stuhlsäule bei b empfängt den Druck und leitet ihn theilweise auf die Umfassungswand c, die schräge Lage der Stuhlsäule macht, daß die andere Hälfte des Druckes durch Kehlbalken und Spannriegel in der Richtung von d fortgepflanzt wird, mithin den Sparren e nebst Stuhlsäule hebt. Das Band f wird zwar einigen Widerstand leisten, allein bei fortgesetztem Drucke wird der Spannriegel und Kehlbalken lothrecht auf-

gehoben, folglich die Ausbiegung nach e beschleunigt. Je Fig.
größer nun diese Ausbiegung möglich wird, desto stärker wird die Einbiegung auf der Seite b, und je weniger die Stuhlsäule daselbst der einseitigen Belastung widerstehen kann, desto größer wird die Einsenkung der Balkendecke a und wenn sich diese bei a abwärts biegt, so muß sie sich bei g aufwärts biegen. — Zum großen Nachtheile für die ganze Verbindung steht der Dachstuhl auf Schwellen, die von der Last eine Zusammendrückung erleiden. Mit der Zusammendrückung der Schwelle und des Balkens, wird die Einsenkung der Decke bei a vermehrt.

So lange die Hölzer sich in gesundem Zustande befinden, gehen diese Biegungen nur bis zu einem gewissen Grade, der sich nach den genommenen Holzstärken, den gegebenen Spannweiten und der Belastung richtet und Anfangs wenig bemerkbar ist, im Laufe der Zeit aber allmählig immer schlimmer wird.

Dem besprochenen Uebelstande war sehr leicht durch ein einziges Stückchen Holz vorzubeugen, welches, mit x bezeichnet, über der Wand h begründet und in den Spannriegel des Dachstuhles gelocht werden mußte. Dann bildete x die zweite Strebe und das Gleichgewicht war hergestellt; doch unvollkommen bleibt ein solches Hängewerk immer.

Wie in der schönen Baukunst ein guter oder schlechter Geschmack, eine passende oder unpassende Zusammensetzung der Verzierungstheile und so fort von einem geübten Auge beim ersten Anblick erkannt wird, so ist es auch hier bei den ersten einfachen Zusammenfügungen der rohen Baustoffe. Nach unseren oben aufgestellten Grundsätzen leuchtet das Lächerliche
des in Fig. 197 wiedergegebenen Hängewerkes ein und doch 197.
habe ich ein solches ausgeführt gesehen und nach der Wirklichkeit gezeichnet. Es ist nicht etwa von einem Pfuscher gemacht worden, sondern ein ganz tüchtiger Zimmermeister hat es nach Angabe eines großherzoglichen Baubeamten ausge-

führt. — Das Verhältniß ist ungefähr wie im vorhergehenden Beispiele: die Balkendecke a liegt über eine große Zimmerweite, so daß man nicht ohne Grund ihr Einbiegen befürchtet. — Wie unziemlich sieht aber dieses Hängewerk aus! — Die Hängesäule ist in das Stuhlsäulenband gelocht und mittelst eines großen eisernen Hakens dicht neben dem Kehlbalken an das Plattstück gehängt. Ueber den Balken liegt ein verzahnter Träger, an welchen man mindestens die fünffache — ja die zehnfache Last hängen könnte, als die beträgt, welche ihm hier anvertraut ist. — Welcher kindische Widerspruch also! — — Auch übersehe man nicht, daß die Belastung ebenfalls einseitig ist, folglich das Gleichgewicht der Dachverbindung stört.

Bisher haben wir die Hängewerke in ihrer Standhaftigkeit betrachtet, indem wir von dem Grundsatze der möglichsten Einfachheit ausgingen; und allerdings muß sich der Baumeister befleißigen, in allen seinen Verbindungen und Entwürfen die kleinste Masse und die kleinste Menge der zu verwendenden Baustoffe, welchen Namen sie auch haben mögen, zur Verarbeitung anzuordnen, ohne jedoch der Tüchtigkeit des Bauwerkes im Mindesten zu schaden. Er muß stets den Zweck und die Bestimmung des Gebäudes vor Augen haben, damit er die rechte Eintheilung, die rechte Verbindung der durch die rohen Baustoffe herzustellenden Räumlichkeiten, sowie der rohen Baustoffe unter sich selbst und endlich die rechte Verzierung der letzteren, wenn solche gewünscht oder nöthig wird, zur Ausführung anordne; er hat sich also vorzusehen, daß er weder in thörichte oder schamlose Verschwendung verfalle und dadurch dem Bauenden nutzlose Geldausgaben verursache, noch in den schlimmen Fehler gerathe, durch allzu sorgsames Sparen und Zurathehalten der Bestimmung des Gebäudes entgegen, das Ganze oder einzelne Theile zu leicht und gebrechlich zu halten. Letzteres ist weit verderblicher und in seinen Folgen nachtheiliger, als das Erstere, und steht er

in Zweifel, ob irgend eine Eintheilung, irgend eine Verbin- Fig.
dung zu schwerfällig oder zu leichtfertig ausfalle, dann thut er unbedingt besser, das Erstere zu wählen, wenn er nicht vorzieht, den guten Rath eines Geschäftsfreundes zu hören; denn selbst in der schlechtesten Kundschaft kommen Aufgaben, bei deren Lösung man stutzig wird. Und man glaube ja nicht, daß nur große Bauten Schwierigkeiten darbieten; im Gegentheil sind gar häufig auch kleine Bauten mit solchen verbunden.

Diese Schwierigkeiten alle aufzuzählen, ist ein Werk der Unmöglichkeit und geht über das menschliche Wissen hinaus; denn in jedem Baue gestalten sie sich anders, weil in jedem andere Anforderungen gemacht werden, weil jeder Bau seine eigenthümlichen Maaßbestimmungen, seine eigenthümliche Grundgestalt, seine eigenthümliche Zusammensetzung der nöthigen Verbindungen u. s. f. hat. Hier kann blos der dem Baumeister innewohnende Verstand, nichts als sein Scharfsinn ein treuer Rathgeber seyn, was jedoch nur unter der Bedingung möglich ist, daß ihm die erforderlichen Hülfsmittel bekannt sind, daß er dieselben völlig in seiner Gewalt habe und sie nach seinem Willen bemeistern könne.

Wie ganz anders z. B. wird die Hängewerksverbindung aussehen, in welcher ein Kehlbalkenboden bedingt wird und wegen Benutzung des Bodenraumes die Umfassungswände 6 Fuß zu erhöhen sind!

Nach den bisher aufgefaßten Grundsätzen soll der Schüler eine Dachverbindung für Fig. 198 entwerfen. — Die 198.
Lichtweite oder Spannweite beträgt 30 Fuß, für welche ein Träger genug ist; die Kehlbalkenlage muß wie immer zwei Plattstücke erhalten. Die Sparren können auf einer Stichbalkenlage wie bei a, oder auf einem fünfkantigen Plattstücke, wie bei b aufsitzen. — Die Verbandtheile müssen in ihrer Anordnung so einfach als möglich gehalten werden, und Dach-

Fig. stuhl und Hängewerk, wenn sich's thun läßt, Eins seyn. — Gewünscht wird übrigens, daß der Kehlbalkenboden c von allen Verbandtheilen frei bleibe.

Wie sehr verschieden von der Anordnung der Unterstützung in Fig. 198 wird die in Fig. 199 angelegt werden müssen!

Das Dach ist ein Pultdach mit um 6 Fuß erhöhtem Bodenraume und einem zu benutzenden Kehlbalkenboden. Die Spannweite beträgt wie im vorigen 30 Fuß.

Zu bemerken ist, daß der Sparren wegen seiner Länge außer dem Kehlbalken in den beiden Mitten a und b sichere Unterstützungspunkte erhalten muß.

Der Schüler entwerfe nach den gegebenen Andeutungen eine Dachverbindung, welche den Gesetzen der Stand- und Gleichgewichtslehre völlig Genüge leistet. —

199. Wie ganz anders wird die Dachverbindung von Fig. 199 sich gestalten, wenn sie keinen Kehlbalkenboden enthalten, sondern einzig durch Pfetten unterstützt werden soll!? Auch hierzu fertige der Schüler einen Entwurf.

Diese letzten drei Fälle, so ganz willkürlich der Wirklichkeit entnommen, zeigen wohl genugsam, in welchem ungeheuren Spielraume sich die Bildsamkeit und Bildung dieser an sich noch höchst einfachen Dachstuhl- und Hängewerksverbindungen bewegen, und der Schüler sieht nun wohl auch ein, daß es lediglich seine Sache ist, durch ernstes Nachdenken und gründliches Selbstbearbeiten Herr dieses Gegenstandes zu werden, wobei ihm wohlmeinend anzurathen ist: einige solcher Verbinduugen im verkleinerten Maaßstabe wirklich auszuführen und zu belasten und genau Achtung zu geben, wie die Last wirkt, wenn er sie gleichmäßig vertheilt oder einseitig auflegt, wenn er sie den Balken anhängt oder auf die Sparren bringt. Auch ist es zweckmäßig, wenn er verschiedene Längenverbände in ihnen versucht. —

Bevor ich zu größeren Spannweiten übergehe, will ich das Wesentlichste des Eisenzeuges, wie sich dasselbe an Hängewerken nöthig macht, noch berühren. — Die eisernen Bolzen, Schrauben, Zangen, Hängeeisen und unter welchen Namen sie irgend bekannt seyn mögen, dienen zur Herstellung oder zur Verstärkung fester Punkte, wie wir sie zu unseren Verbindungen brauchen. Schon in den Figuren 78 bis 87 haben wir sie ihrem äußeren Wesen nach kennen gelernt. Auch ist schon erwähnt worden, daß die doppelten Hängesäulen zusammengeschraubt werden müssen, da sie keinen Zusammenhang unter sich haben; selbst wenn sie fälschlicher Weise verzahnt sind, ist ihr Zusammenhalt keineswegs gesichert. So z. B. wird man der doppelten Hängesäule in Fig. 194 zwei Schrauben geben; die obere a ist etliche Zoll über den zusammentreffenden Streben, die untere b befindet sich einige Fuß über dem Träger. Fig. 200 [a] zeigt die obere Schraube. 200[a] Alle diese Schrauben müssen gut und eigensinnig gearbeitet seyn, sie müssen aus zähem, geschmeidigem Schmiedeeisen bestehen und keine Brüche, Risse u. s. f. haben. Unter die Schraubenmutter m kömmt eine starke Scheibe, damit sich die Mutter beim Anziehen nicht in's Holz einfrißt. In Fig. 195 sind diese beiden Schrauben ebenfalls angedeutet. Es ist offenbar, daß mit zunehmender Länge der Hängesäulen auch mehr Schrauben nöthig werden. — Bei größeren Hängewerken setzt man die unterste Schraube auch absichtlich in das Hängeeisen, damit sie den Schrauben oder Bolzen des Hängeeisens zum Auflager diene. — Ist die doppelte Hängesäule oben über den Streben nicht mehr lang genug, und befürchtet man deshalb die Säulen möchten aufsplittern, dann legt man ein Band um sie, wie schon in Fig. 86 angedeutet wurde und nun in Fig. 200 [b] ausführlich dargestellt ist. Die Figur erklärt 200[b] wohl deutlich genug, wie das Band angelegt werden muß. Die Hängesäule ist oben ein wenig abgerundet und das Eisen muß genau und scharf anliegen. Oben auf dem Hirnholze

Fig. nimmt es an Breite zu, damit sich dasselbe nicht heraus- drücken lasse. Die Schraube a verrichtet hier einen zweifa- chen Dienst.

Der untere Theil der Hängesäule, welcher zum Halten der Balkendecke bestimmt ist, läßt sich ebenfalls einigermaßen verschieden behandeln, doch stimmt das Wesentliche der Be- handlungsarten ziemlich überein. Das Hängeeisen wird mit- telst Schrauben an der Säule befestigt und geht entweder am Träger vorbei durch den Balken oder wird beiden von außen angelegt. Die erste Art kam uns schon in Fig. 197 vor. Die
201. zweite Art stellt Fig. 201 dar; zu beiden Seiten der Hänge- säule geht ein Eisen um den Balken herum, die durch Schrau- ben getragen werden. Bei a sind sie umgekrampt und sitzen fest in der Säule.

Daß die letztere Befestigungsart eine weit größere Last zu tragen vermag und deshalb der ersteren vorgezogen werden muß, brauche ich wohl nicht erst noch zu erklären. — Geht der Träger unter den Balken hindurch, so ändert sich das Hän- geeisen selbst nicht, sondern es wird nur anders angelegt, in- dem es so den Träger umfaßt, wie in der genannten Figur den Balken. — Die übrigen Balken werden an den Träger ge- schraubt, wie bei b zu sehen ist.

Die Stärken aller dieser Eisen? — Das ist wie mit den Holzstärken. Man untersuche stehende Bauten, nehme die Maaße und prüfe. Erfahrung und Beobachtung sind auch hier die richtigste Lehrerin; übrigens muß man nicht ängstlich damit umgehen. Nichts ist für den Aufschwung des menschli- chen Geistes hemmender, als jene traurige Schulfuchserei, welche nach Nichts als nach Bestimmungen und Gesetzen hascht, um nur ja für jeden Einzelfall, für jedes Quentchen Gewicht die erforderlichen Stärken und sonstigen Bemerkungen schnell bei der Hand zu haben. Schändliches Bemühen, den Ver- stand in solche Fesseln zu schlagen! — Und wer bürgt dafür, daß die $1^1/_2$ Zoll starke Schraube mehr Haltbarkeit besitzt, als

die $1\frac{1}{4}$ Zoll starke?! Wer kann es beschwören?! — — Hier stoßen wir abermals an die Grenzmarke aller menschlichen Weisheit; ja, meine lieben Schüler! glaubt es, diese Frage beantwortet Euch weder der Schmiedemeister, noch der Mechanikus, noch der Mathematiker — in diesem Bezuge ist die Gelehrsamkeit des Einen so groß wie die des Anderen. — Wer kann wohl von einem Menschen, welchem er zum ersten Male in seinem Leben begegnet, behaupten, daß derselbe gut oder schlecht, gelehrt oder ungelehrt sey? Wer kann es wohl wissen, daß dieser blühende, kerngesunde Mann eher in das Grab gesenkt werde, als jener blasse, schwächliche? — Der Herr der Welt weiß das vielleicht Alles, wir Menschen wissen Nichts. Wir schaukeln auf des Lebens Wogen wie das Schiff in fremdem Meere und gleichen vollkommen dem Steuermanne, welcher zwar Kompaß und Karte kennt, aber doch nicht weiß, wenn seinem Fahrzeuge Unglück droht. — — Sollen wir deshalb verzagen, zurückbeben? — Nein! wir müssen immer muthiger vorwärts schreiten, zu immer neuen, größeren Untersuchungen und Unternehmen uns anschicken, das Wenige, was wir als wahr befunden haben, zu Grunde legen.

Durch das Bisherige wäre eigentlich die Lehre vom Hängewerke genugsam erklärt; allein das Hängewerk selbst muß nun weiter ausgebildet werden.

Ein Hängewerk auf 30 Fuß Spannweite, wie wir es kennen lernten, trägt eine sehr große Last; schiene es aber dennoch nicht stark genug für eine bestimmte Last, so können wir es verstärken, indem wir die Hängewerksbünde näher zusammenrücken, d. h. auf dieselbe Länge **mehr** Hängewerksbünde anlegen. Das ist nun freilich aus verschiedenen Gründen nicht immer möglich oder nicht wünschenswerth und wir müssen deswegen zu einem anderen Hülfsmittel greifen, zu dem **der Verstärkung der Streben.**

Die Verstärkung der Streben ist von außerordentlicher

Fig. Wichtigkeit, da sie allein die Bildung und Herstellung größerer, ausgedehnterer Hängewerke möglich macht. Auf dem Gedanken der Strebenverstärkung beruht die ganze Lehre des großen Hängewerkes und hierbei werden wir unwillkürlich an das immer weiter gespannte Gewölbe erinnert, welches nach seinen Fuß- oder Widerlagspunkten hin in seinem Bogen immer stärker wird. Und das ist ganz naturgemäß. Führen wir z. B. hohe Mauern, Thürme u. s. f. auf, so müssen wir dieselben immer breiter nach unten nehmen, einmal, damit die Last der oberen Theile die unteren nicht zerdrücke, dann, damit der Schwerpunkt weiter herabrücke
202. und der Körper an Standhaftigkeit gewinne, Fig. 202. Diesen wichtigen und nothwendigen Grundsatz befolgte selbst der Schöpfer, als er das Weltgebäude errichtete: die größten, schwersten und dichtesten Massen bilden die Grundlage für die nach Oben hin immer leichter werdenden und diesen Grundsatz hat er mit bewundernswürdiger Folgerichtigkeit durchgeführt.

203. Im Gewölbebogen Fig. 203 wirkt eine bei a aufgelegte Last lothrecht abwärts, der gespannte Bogen aber leitet dieselbe nach den festen Punkten b und c. Der Bogen aber besteht aus vielen einzelnen Theilen, von denen jeder seine Last hat, ebenso wie in Fig. 202, und auf dem nächstfolgenden unteren Theile ruht. Der Bogen Fig. 203 besteht also genau genommen aus zwei solchen Theilen, deren Fig. 202 einen dargestellt und die gegen einander gelehnt sind.

Je breiter die Grundfläche des Spannwerkes bei b und c wird, desto größer wird dessen Standhaftigkeit werden.

Derselbe Grundsatz gilt für die Hängewerke. Wie die Verstärkung des Strebenwerkes zunimmt, wollen wir nun sehen.

Schreiten wir von 10 zu 10 Fuß weiter, so ist die nächste Spannweite 40 Fuß, auf welche Weite 2 Hängesäulen nach Art der Fig. 72 in Anwendung kommen müssen, wie

Fig. 204 zeigt. A ist die Ansicht des Hängewerksbundes, B der Durchschnitt und C die Balkenlage des ganzen Dachbundes. Fig. 204.

Die Verschmelzung des Dachstuhles mit dem Hängewerke wird nun eine immer innigere, der Dachstuhl löst sich völlig auf und verschwindet im Hängewerke. Das Hängewerk, welches hier für große Lasten berechnet und aus doppelten Streben und Spannriegeln hergestellt ist, bietet den die Sparren tragenden Langhölzern das natürlichste Auflager dar; es würde eine unverzeihliche Verschwendung seyn, in diesem Falle einen besonderen Dachstuhl anzulegen. — Die beiden oberen Plattstücke werden auf die Spannriegel dicht an die Hängesäulen gelegt, die beiden Mittelpfetten ruhen auf den Streben. — Aus der Zeichnung geht Alles mit Deutlichkeit hervor. In der Balkenlage C ist rechts der Längenverband angegeben, links sind die Streben sammt dem Längenverbande weggelassen und die Versatzungen auf beiden Bundbalken sichtbar.

Hat die Balkendecke keine fremde Last zu tragen, so kann das Hängewerk einfach seyn, d. h. die inneren Streben nebst Spannriegel können wegbleiben.

Die doppelten Hängesäulen reichen, wie bei a ersichtlich, bis zur Dachfläche hinauf, damit sie den Bundsparren unterstützen; denn der Bundkehlbalken ist an beiden Hängesäulen stumpf abgeschnitten, was die Balkenlage C deutlicher zeigt.

Bei der Spannweite von 40 Fuß, in welcher, wie hier zwei Träger liegen, enthält der Balken drei freiliegende Theile, deren jeder $40:3=13\frac{1}{3}$ Fuß lang ist, ist an ein Einbiegen dieser Theile nicht zu denken; ja, selbst wenn die Balkenstärken stark genug zu bekommen sind — etwa 10 bis 11, oder 10 bis 12 Zoll — kann die Spannweite bei derselben Anordnung bis $18'.3=54$ Fuß ausgedehnt werden. — Bei einer theilweisen Umänderung, bezüglich Neubau des

Fig. 205. Daches auf dem Schloßbrauhause in Weimar Fig. 205 betrug die Spannweite 50′7″; die Streben sind einfache, weshalb sie die Gegenstreben a und b erhalten haben. Das Dach hat sich gut erhalten, aber es muß allerdings auch bemerkt werden, daß nur die Bundbalken als ganze Balken durchgehen, die Zwischensparren auf Stichbalken sitzen und auch die Kehlbalkenlage in derselben Weise ausgewechselt ist, daß also die eigentliche Last nur in der Bedachung besteht, folglich das leichteste oder schwächste Hängewerk anzuwenden möglich war. — Man lasse sich hierdurch ja nicht verführen, ein so leichtes Hängewerk für eine schwere Decke, welche vielleicht gar noch fremde Last tragen muß, in Anwendung zu bringen. Ich wiederhole es hier, man muß wissen, für welchen Zweck man baut.

Von hier an beginnt nun jene großartige Verschiedenheit, welche beim Eingange in die Lehre vom Hängewerke flüchtig angedeutet wurde. Die Ausbildung des Hängewerkes ist in unendlich mannichfaltigen Abstufungen ausführbar, und sie hängt ab von der bedungenen Spannweite, von der Gestalt und Höhe des Daches und von der Belastung. Die einzelnen hierauf bezüglichen Fälle alle zu sammeln und in wohlgeordneter Reihenfolge aufzuzeichnen, würde zu einem endlosen Bemühen führen; ich begnüge mich deshalb mit der Aufführung nur einiger Abweichungen, die ich rasch nach einander hinstelle und werde mich nur hie und da länger verweilen, um etwas Gutes näher hervorzuheben oder etwas Schlechtes ausführlich zu zergliedern.

Die wissenschaftliche Ausbildung und Bearbeitung des Hängewerkes ist erst in neuerer Zeit mit gutem Erfolge vorgenommen worden, während die Kunst abzubinden schon vor 100 und mehr Jahren als eine hochgeschätzte Kunst von den erfahrenen Baumeistern gepriesen und auch in schriftstellerischen Versuchen verschiedentlich behandelt worden ist; allein allen jenen Dach- und Hängewerksverbindungen klebt

eine abscheuliche Schwerfälligkeit an, die im Uebermaaße das Holz verwüstete. Streben, Bänder und Riegel mußten kreuzweise sich durchkreuzen — dann war's ein „künstlicher" Verband. Den Meistern jener Zeit kann man das nicht zurechnen, die Wissenschaft stand noch zu tief. Ja, es sind da und dort gar lustige Geschichtchen vorgefallen, so z. B. erzählt man sich an verschiedenen Orten, daß der Zimmermeister in seiner Zulage, als „vor alter Zeit" das Schloß gebauet wurde, wegen der vielen Hölzer irre geworden und deshalb verschwunden sei; man habe ihn nicht wieder finden können, aber nach dreien Tagen kehrte er zurück, nachdem er in einem Kornfelde aus Halmen seine Zulage nachgebildet hatte. — Solche Mährchen liefern uns den schlagendsten Beweis, wie schwer es damals hielt, einen großen Bau zu vollführen. — Wie sehr vereinfachen sich unsere Verbindungen gegen jene, indem wir auch im Hängwerke feste Dreiecke bilden, welche sich nicht verschieben, verbiegen und zusammendrücken lassen!

Das Betrachten und Durchforschen ausgeführter Bauten bleibt stets das Wichtigste und Nützlichste ebensowohl für den bereits erfahrenen Meister, als auch für den Schüler der Kunst; dadurch wird das bereits erlangte Wissen bereichert, und der Verstand geschärft. Ich glaube daher nichts Besseres thun zu können, als meine Schüler jetzt in einige stehende Bauten zu führen. Es geschieht aus keinem anderen Grunde, als die bereits aufgestellten Lehren nur noch mehr zu befestigen, aus reiner Theilnahme an der Kunst. Die Werke des vorigen Jahrhunderts lassen wir unberührt; wir wenden uns der neuesten Zeit zu.

Fig. 206 ist die Darstellung des Hängewerkes über dem Saale des Armbrustschützenhauses in Weimar. Der Saal ist nahe an 40 Fuß i. L. Fig. 206.

Die Hängesäulen sind einfache, was durch die Versatzungen bestätigt wird. Die Streben ruhen auf Schwel-

Fig. len, die Sparren auf Pfetten; die Sparren haben im Bal-
ken Versatzung und sind auf die Schwelle geschnitten. — Die-
ses Hängewerk, dessen ganzes Wesen im Vorstehenden be-
schrieben ist, wurde $18^{36}/_{37}$ gebaut. Da es den Grundsätzen
der Standhaftigkeit nicht entsprechend entworfen ist, so un-
tersuchte ich es zwei Jahre später und fand meine Vermu-
thung folgenderweise gerechtfertigt:

Die Schwellen und Hängesäulen haben starke Zusam-
mendrückung, mithin Decke und Dachfläche Einsenkung er-
litten. In Folge der Zusammendrückbarkeit der Schwelle
207. Fig. 207, welche durch die Strebe geschieht, treibt ihre
obere Fläche, auf welcher der Sparren sitzt, diesen in die Höhe
und bewirkt eine Ausbiegung desselben, wie a andeutet.
Dadurch wird der Sparren vom Balken abgehoben, vom
Nagel und der Versatzung aber festgehalten, mithin an
seinem Fuße zersplittert.

Durch die Einsenkung der Dachfläche zieht sich die
obere Hälfte jedes Sparrens abwärts und bestrebt sich, das
208. Plattstück umzukanten, Fig. 208, wodurch der oberste Theil
der Hängesäule umgebogen und abgesplittert wird. — Man
hat, nachdem dies bereits erfolgt, ein eisernes Band bei
a angelegt.

Mit Klarheit sehen wir, daß einzig die Schwellen und die einfachen Hängesäulen hier die Schuld tragen. — Die Versatzung des Spannriegels b ist überflüssig.

Hätte man die Streben auf den Balken gesetzt und
doppelte Hängesäulen angebracht, so war die Standhaftig-
keit der Verbindung durchaus nicht in Zweifel zu ziehen.
209. Außerdem konnte ein so flaches Hängewerk auch nach Fig. 209
ausgeführt werden, wornach ein kleiner Vortheil, daß die
Streben etwas weniger flach als in Fig. 206 liegen, er-
langt wurde. Die Winkel a und o sind sehr wenig größer
als in Fig. 206, allein es ist unbedingt als Vorschrift an-

zunehmen, die Strebenwinkel in allen Fällen mög- Fig.
lichst groß zu machen.

Befürchtet man, daß bei so flach liegenden Streben, bei denen der Seitenschub größer als der lothrechte Druck ist, die eine Versatzung könne nicht sattsam widerstehen, so greife man zu den in Fig. 78 bis 81 kennen gelernten Hülfsmitteln.

Nimmt ein so flaches Hängewerk an Spannweite und sowohl an eigner, als auch an fremder Belastung zu, dann verstärkt man die Streben ihrer Zahl und Befestigung nach, wie in Fig. 210 geschehen ist. Das vorstehende Hängewerk 210.
ist nichts als eine Weiterbildung der vorigen Verbindung.

Dieselbe Art der Dachverbindung läßt sich bei geringerer Belastung auch leichter behandeln, indem man die zweite Strebe wie in Fig. 211. wegläßt und den Spann- 211.
riegel a in die größere Strebe b mit Versatzung bringt. Damit sich die Strebe bei c nicht einbiege, bringt man in der Nähe der Pfette eine Gegenstrebe — Band — d an, welche mit ihrem Fuße der Hängesäule nahe stehen muß, weil daselbst ein fester Punkt ist. Würde man diese kleine Gegenstrebe winkelrecht von c nach e hereinstellen, so könnte der Balken bei erfolgendem Drucke sehr leicht eine Einbiegung erleiden. — Daß eine solche Verbindung nur allein für die Last des Daches geschaffen sei, in welcher blos die Bundbalken durchgehen, muß wiederholt gesagt werden. Man kann in diesem Falle die Spannweite noch um einige Fuß über fünfzig ausdehnen, das Maaß von 55 Fuß aber nicht überschreiten.

Pfettendächer, in welchen nur die Bundbalken durchzugehen brauchen, gewähren den Vortheil, daß die Sparren gar keiner Stichbalken bedürfen. Daß die Pfettendächer nicht etwa nur bei flachen Dachungen anwendbar sind, haben wir früher schon gesehen. Sie lassen sich auf der Zulage gut bearbeiten, und wenn das Hängewerk von star-

Fig. kem Holze ist, so können die Pfetten, noch viel mehr aber die Sparren von schwächerem seyn. Nimmt man statt drei Pfetten deren vier auf jeder Seite, so kann man zu den Sparren das schwächste Holz verwenden. Ist der Längenverband im Hängewerke ein kräftiger, so braucht man wegen der Pfetten, welche, je länger sie sind, desto mehr zur Verstärkung des Längenverbandes beitragen, obgleich sie nicht mit demselben in unmittelbarer Verbindung stehen, nicht ängstlich besorgt zu seyn, daß man sie möglichst lang zurichten müsse, sondern gibt ihnen, wo ihrer zwei zusam-
212. menstoßen eine einfache Verhakung oder Verzahnung, Fig. 212, oder legt sie stumpf neben einander und verbindet sie durch
213. Klammern oder Bolzen, Fig. 213. In beiden Figuren ist a b die niedergelegte Strebe und c d die Pfette, auf welche die Sparren zu liegen kommen. An einer großen Scheune ließ ich wegen Mangel an langen und starken Hölzern die Pfetten nach der letzteren Art stumpf neben einander legen und mit starken Blechklammern an einander befestigen, welche in schräger Richtung — (nach dem Zuge) — wie die punktirte Linie in Fig. 213 angibt, eingeschlagen wurden. — Da man die Sparren aufkämmt oder aufdollet — das Erstere würde ich hier vorziehen, — und da sie von keiner Balkenlage abhängig sind, so kann man sie aus kurzen Hölzern zusammensetzen, was bei großen Dachungen eine beträchtliche Ersparniß ist; indeß verfalle man nicht in den Fehler, aus lauter guter Wirthschaft durchgehends kurze Hölzer zu verwenden.

Ein zu berücksichtigender Umstand bei Hölzern, welche
214. in senkrechter Stellung, Fig. 214, schwere Lasten tragen müssen, ist, daß, wenngleich diese ebenfalls in senkrechter Richtung auf sie wirken, sie nicht weniger eine Biegung als die frei liegenden erleiden; ihre Biegung ist stets in der Mitte am stärksten, ausgenommen das Holz wäre durch Zapfenlöcher oder sonst dergleichen an einem anderen belie-

bigen Orte geschwächt, in welchem Falle sich die stärkste Fig.
Biegung an diesem Orte am bemerklichsten macht, daselbst
auch zerbricht, wenn die Last zu groß ist. — Eine Untersuchung, wie dieses Biegen und Brechen erfolgen wird, ist nicht ohne allen Nutzen, obgleich es minder wichtig erscheinen kann, nichtsdestoweniger aber in den größeren Zimmerverbindungen wohl in Obacht genommen werden muß.

Hat ein schwer belastetes senkrecht stehendes Holz Fig. 215 215.
eine geringe Länge, bei welcher eine Biegung unmöglich ist, so splittert das Holz an seinem Fuße auf, wenn es auf einem harten Körper, — Steinwürfel — steht, bekömmt zuerst einen Bart, dann kleine Risse, die immer größer werden und das völlige Zerbrechen bewirken. — Dieselbe Erscheinung beobachtet im Alltagsleben jeder Spaziergänger an seinem Spazierstocke, falls derselbe mit keiner eisernen Zwinge versehen ist. Dieses Beispiel gibt uns zugleich das nöthige Schutzmittel an, nämlich: sobald wir die leiseste Spur des Umbiegens der Faserenden bemerken, müssen wir, wenn wir es nicht voraus beurtheilen konnten, unverzüglich ein
eisernes Band, Fig. 216, umlegen. Derartiges Zersplittern 216.
kömmt sehr leicht vor, wenn die Säulen allein stehen, z. B. in großen Scheunen, Getreidemagazinen u. s. f. und bei Erbauung solcher Gebäude thut man wohl, wenn man Doppelsäulen anordnet und sie zusammenschraubt.

Hat aber ein senkrecht stehendes schwer belastetes Stück Holz so viel Länge, daß eine Biegung möglich wird, so geht diese Biegung nicht willkürlich vor sich, und namentlich sind es zwei Fälle, welche volle Berücksichtigung verdienen.
Steht das Holz wie in Fig. 217 nicht mit seiner vollen 217.
Stirnfläche auf, was der beste Arbeiter einmal versehen
kann, so erfolgt die Biegung nach Fig. 218, indem sich die 218.
zu kurz geschnittene Seite aufsetzt. — Der andere Fall wird bedungen durch den Wuchs des Holzes, nämlich wenn ein krumm gewachsener Baum vom Zimmermanne geradlinig

Fig. 219. behauen wird Fig. 219. Daß hier die Biegung nach rechts erfolge, unterliegt gar keinem Zweifel. Uebrigens muß man solche Hölzer nicht als Traghölzer benutzen. Und doch ist zuweilen der krumme Wuchs so unbedeutend, daß man ihn wirklich nicht beachten zu dürfen glaubt; aber er rächt sich sicherlich an unserer Leichtfertigkeit. — Bei einem dritten aus den beiden ersten zusammengesetzten Fällen kann voraus nicht gesagt werden, nach welcher Seite die Biegung erfolge; hier kömmt es darauf an: ob der krumme Wuchs oder der schiefe Schnitt überwiegender ist. In der Regel biegt sich das Holz nach seinem Wuchse.

Diese Art der Biegung zu verhindern, ist unsere Aufgabe und ihre Lösung hält nicht schwer.

Von einem senkrecht frei stehenden Körper wissen wir, daß, wären auch zu seinem Aufrichten viele starke Männer erforderlich gewesen, derselbe doch ganz bequem von nur
220. zweien, Fig. 220, im Gleichgewichte erhalten werden kann; — also ist es auch mit der beginnenden Biegung eines
221. Körpers. Stände zu erwarten, daß das Holz ab Fig. 221 durch die zu große Last gebogen würde, so bringt man in seiner Mitte zwei Gegenstreben an, die entweder wagrechte Riegel — Spannriegel — oder schief liegende Bänder seyn können. Diese Gegenstreben brauchen nicht absonderlich stark zu seyn, denn die Biegung soll erst verhütet werden. Je stärker die Biegung bereits geworden ist, desto stärker muß man die Gegenstreben nehmen; denn in dem gebo-
222. genen Körper Fig. 222 ist ab der wirkende Hebelarm, und je größer dieser wird, desto stärker wird die Wirkung der Last. Der sich biegende Körper bietet hier dieselbe Erscheinung wie der fallende Körper dar.

Ein zweites Mittel, das Biegen der Hölzer zu verhüten, ist die Verstärkung derselben. Bringen wir statt einer Säule deren zwei an, so trägt jede die Hälfte der Last;

sind zwei Säulen nicht genug, so muß eine dritte ange- Fig.
bracht werden u. s. f.

Wenden wir das eben Gesagte auf unsere Hängewerksverbindungen an, in denen die Streben und Spannriegel diejenigen Hölzer sind, welche den Druck zu leiden haben und ihm widerstehen müssen, so erkennen wir schnell, von welcher ungeheuren Wichtigkeit die Verstärkung der Streben seyn muß.

Noch muß hierauf bezüglich angefügt werden, daß die Strebe, je schiefer sie liegt, desto mehr Neigung zum Einbiegen hat und umgekehrt: je näher sie der lothrechten Stellung kömmt, desto mehr Widerstand zu leisten vermag. — Diese letztre Anmerkung scheint fast überflüssig zu seyn, sie ist es aber wirklich nicht, da fortwährend dagegen gesündigt wird.

Kann man den Uebelstand, krumm gewachsene Hölzer zu Streben und Spannriegeln verwenden zu müssen, nicht umgehen, dann nehme man die Krümmung in die Höhe oder kehre sie bei doppelten Streben gegen einander, so daß sie sich wechselseitig in ihren Bestrebungen begegnen.

Je größer die Stärken der belasteten Hölzer werden, desto weniger sind diese dem Biegen unterworfen, aus welchem Grunde wir ihnen die möglichst großen Stärken geben.

Aus dem bis daher Erklärten ziehen wir die allgemeine Regel: die tragenden Hölzer stark, die lastenden dagegen schwach zu verbauen, und sie bezieht sich umfassend auf alle Zimmerverbindungen, welchen Zweck sie immer haben mögen.

Lehrreich in ihrer Zergliederung wird die Hängewerksverbindung des in der letzten Hälfte des vorigen Jahrzehntes in Weimar erbauten Meßhauses, welches in Fig. 223 223.
unter A, B und C vollständig dargestellt ist. Dasselbe mußte zu ebner Erde einen freien Raum erhalten, um mit beladenen oder zu beladenden Wägen ein- und ausfahren

Fig. zu können, und es befindet sich in demselben nur ein Stübchen mit Kammer, sowie die Treppe. Im Oberstocke sind verschiedene Abtheilungen für aufzubewahrende Vorräthe, ingleichen ein Stübchen. Der Dachboden kann ebenfalls als Schüttboden benutzt werden und wurde deshalb an seinen Umfassungswänden erhöht.

In der Mitte besitzt das Gebäude gegen 40 Fuß Spannweite, gehört also seinem Wesen nach in die Reihe der Hängewerke, welche wir soeben behandeln.

Ueberlegen wir, daß auf der ersten und zweiten Balkenlage Getreide geschüttet wird, so drängt sich uns die Gewißheit auf, daß dieselben bedeutende Lasten tragen müssen, und wir in die Nothwendigkeit versetzt sind, eine kräftige Hängewerksverbindung anzubringen. Jedenfalls müssen die Streben doppelte werden, und sind alle Vorsichtsmaßregeln zu treffen, die uns zu Gebote stehen.

224. Fig. 224 zeigt die ausgeführte Verbindung. Es sind in derselben zwei Hängewerke, für jede Balkenlage eins, enthalten. Die Unterstützungen a befinden sich auf jedem Bunde, wie Fig. 223 A. deutlich angibt. Zahl und Entfernung der Hängewerksbünde sind ebendaselbst ersichtlich, und es ist zu erkennen, daß die Scheidewände der gemachten Abtheilungen je von einem Hängewerksbunde gebildet werden.

Bei der näheren Betrachtung der gegenwärtigen Verbindung finden wir Mehreres, was den Lehren der Standhaftigkeit zuwiderläuft, und zwar Folgendes:

Die hölzernen Verstärkungen a, welche an die 4 Fuß starken Mauern gestellt sind, sind überflüssig, erstens weil die Mauern völlig stark genug sind, falls sie diesen einige Last abnehmen sollen, zweitens weil sie das Einbiegen des Balkens nicht verhindern, wenn dieses wirklich erfolgte, denn der große Hebelarm bd überwältigt den kleineren bc mit Leichtigkeit.

Das über dem ersten Balken stehende Hängewerk ist Fig. gerade nicht zu tadeln, wir werden aber hernach sehen, daß seine Anordnung oder Einrichtung im Ganzen besser seyn konnte. — Dagegen trifft das obere der Vorwurf der Fehlerhaftigkeit, da die Fußpunkte der Streben eine sehr schwache Unterstützung durch die Bänder e erhalten haben; die einfachen Bänder e stehen mit den doppelten Streben f in offenbarem Widerspruche. Ohne allen Grund stehen die Streben mehrere Fuß von den Umfassungswänden ab; man hat lieber — doch fälschlicher Weise — den Dachstuhlsäulen daselbst den Platz gegönnt.

Das Aufplatten der Stichbalken in die Stuhlsäulen ist verwerflich, desgleichen die Sparrenschwelle h rein überflüssig.

Wird das obere Hängewerk belastet — die Last des aufgeschütteten Getreides ist groß —, so ist es natürlich, daß der größte Theil auf das untere Hängewerk übergeht, und ist dasselbe auch belastet, so muß eine Zusammendrückung der Hölzer, mithin die Einsenkung des Ganzen erfolgen. Bis jetzt ist sie noch nicht erfolgt, da nur die untere Balkenlage cc, und auch diese nicht anhaltend belastet wurde.

Der verstorbene Oberbaurath Steiner gab damals nach der Vollendung des Baues einen anderen Gedanken für die in Rede stehende Hängewerksverbindung an, welche gegen die ausgeführte um Vieles einfacher und sicherer dasteht, Fig. 225 A, B, C. 225.

Für beide Stockwerke ist ein Hängewerk angeordnet. Dasselbe hat seine Begründung auf Schwellen von Eichenholz gefunden. Da nun die Streben gegen 28′ lang geworden sind, so muß man sie gegen etwaiges Biegen schützen, was sehr leicht bewerkstelligt wird, indem in der zweiten Balkenlage ein Riegel a an die Streben gelegt wird. In der Balkenlage B ist dieser Riegel a wieder sichtbar; er erhält rückwärts

Fig. Versatzungen und ist so im Stande, das Ausbiegen der Streben zu verhüten. Gegen das Einbiegen derselben wird der Balkenriegel bb eingelegt (in der Balkenlage B ist er nur punktirt angegeben), in die Streben verzapft und auf die Träger gekämmt; er geht in voller Stärke durch die Hängesäulen, wonach er einen zweiten sehr wesentlichen Dienst verrichten kann, nämlich: man hängt an ihn die beiden Träger — Unterzüge — c, welche die Zwischenbalken tragen. Die Hängesäulen reichen bis zur Kehlbalkenlage hinauf und endigen zwischen den Kehlbalkenriegeln d, d, welche in der Balkenlage C wiederzufinden sind. So wäre für die Standhaftigkeit des Hängewerkes in jeder Weise gesorgt.

Außerdem ist die Stichbalkenlage weggelassen worden, desgleichen die Dachstuhlschwellen.

Je größer und schwerer die Hängewerke angelegt werden müssen, desto wichtiger ist die Herstellung der festen Punkte in ihnen und man hat dieselben mit gewissenhafter Sorgfalt anzuordnen und auszuführen. — Im gegenwärtigen
226. Falle sind die eichenen Schwellen Fig. 226 A u. B gegen das Fortgleiten zu sichern, was man bewirkt, indem man starke eiserne Haken an die beiden Balken schraubt und mit ihnen die äußere Schwelle faßt. Jeder der beiden Haken muß bei a umgekrampt und gut eingepaßt werden; dasselbe geschieht an seinem unteren Ende bei b. — Die Schwellen selbst müssen von gesundem, astfreiem Eichenholze angefertigt werden und die beiden Balken, auf welchen die Schwellen ruhen, dürfen allerhöchstens $2^1/_2$ Fuß von einander entfernt liegen. Lieber nehme man diese Entfernung kleiner, als größer, und richte sich mit ihr nach der Breite der doppelten Hängesäulen, so daß dieselben den Zwischenraum gerade ausfüllen, wie auch in Fig. 225 B und C bei i, i angenommen wurde. Man muß diesen Umstand berücksichtigen, damit die Schwellen nicht zu weit frei liegen.

Die Zusammenfügung der Streben und Spannriegel Fig.
in den Hängesäulen ist in Fig. 227 A angegeben, unter 227.
B ist die eine Hälfte der Hängesäule dargestellt. Die Zeichnung gibt Alles deutlich an. — Zu bemerken ist hierbei, daß die äußere Strebe mit ihrem zugehörigen Spannriegel nicht so zusammengefügt werden kann, wie wir es bisher kennen gelernt haben; sie muß oben etliche Zoll gestirnt werden, damit sie gegen das Stirnholz der Hängesäule steht. Geschähe das nicht, so würde sie fortgleiten und die andre ihr nachfolgen.

Oberbaurath Steiner meinte damals, es würde besser gewesen seyn, wenn das Gebäude statt des hohen Stockwerkes und erhöhten Bodenraumes, deren beide Höhen zusammen an 20′ betragen, für den gleichen Raum zwei Stockwerke erhalten hätte, da Schüttböden nicht über 8′
hoch zu seyn brauchten, Fig. 228, und von demselben Hän- 228.
gewerke könne dieser hinzugekommene Schüttboden auch noch getragen werden. Die Hängewerksverbindung ändert sich hiernach in Nichts, nur der Dachstuhl wird etwas anders. Steiner legt auf beide Hängesäulen Schwellen für den stehenden Stuhl, den er jedoch so anbringt, daß die Last des Daches ebenfalls dem Hängewerke zufällt, und den Fehler begeht, die Kehlbalken bei a, a 4½ Fuß überragen zu lassen, die beiden Stakse b werden das Einbiegen nicht hindern, und Beides mußte schlechterdings vermieden werden. — Die rothen Linien zeigen den stehenden Dachstuhl, wenn einmal stehender Stuhl angebracht werden soll, in seiner stärksten Verbindung; er lastet nicht auf dem Hängewerke und ist auch holzersparender, da er keiner Schwellen bedarf.

Vergleichen wir nun die beiden unter Fig. 224 und Fig. 225 betrachteten Verbindungsarten, so müssen wir die Ueberzeugung gewinnen, daß die letztere bedeutende Vorzüge gegen erstere erreicht, daß sie an Einfachheit und Trag-

Fig. barkeit höher steht, daß sie überhaupt mit größrer Klarheit durchdacht ist, als jene. Hieraus erwächst dem Baumeister durchaus kein Vorwurf, zumal ich die gewisse Ueberzeugung habe, daß derselbe etwas Gutes hat liefern wollen. Dem menschlichen Verstande ist dies aber nicht immer möglich; je weiter wir auch in der Zeit zurückgehen, desto mehr erkennen wir, wie mühsam sich der einzelne Baumeister aus dem Wirwar der früheren Zerstreutheit hat herausringen können.

Betrachten wir in diesem Sinne die Hängewerksverbindung des Augusteums zu Leipzig, so erblicken wir ein Muster von Unbeholfenheit und Schwerfälligkeit. Der Gegenstand ist zu ernst, als daß ich mich spöttelnd hierüber äußern möchte, vielmehr nehme ich auch diese Verbindung, sowie überhaupt alle, welche noch folgen werden, in meine Abhandlung auf, damit der Schüler durch fortgesetzte Anschauung richtig vergleichen und das Wahre, Gute herausfinden lerne.

Das Wesentliche der gedachten Verbindung ist in
229. Fig. 229 A und B dargestellt; ob sie in allen Kleinigkeiten genau gemessen sei, will ich nicht behaupten, doch der Hauptgedanke derselben ist erkennbar.

Auf die Spannweite von ungefähr 42′, in A, sind 3 Hängesäulen angeordnet, wonach jede freie Balkenweite $42 : 4 = 10\frac{1}{2}$ Fuß beträgt. Die beiden äußeren Hängesäulen werden nach der uns unter Fig. 72, die mittlere nach der unter Fig. 71 bekannt gewordenen Art getragen; es hat also hier eine Vermischung der beiden Arten stattgefunden. Auch hat man eine dritte Strebe eingelegt, welche mit ihrem Fußpunkte in die beiden Hauptstreben versatzt und oben in den Spannriegel gebracht worden ist. Jede Hängesäule trägt einen verzahnten Träger, an welchen wiederum die Balken gehängt sind, wie der Längendurchschnitt B näher darthut. Die Bundkehlbalken gehen un-

geschwächt durch die doppelten Hängesäulen; das die Kehlbalken tragende Plattstück wird ebenfalls von den Hängesäulen getragen und ist in diese eingezapft; das vierte Plattstück ruht auf einer stehenden Stuhlsäule.

Der Längenverband im Hängewerke besteht aus einer dreifachen Verstrebung, welche ihre Begründung auf dem verzahnten Träger erhalten hat; es wiederholt sich dieselbe auf jedem Längenbunde, ist also dreimal vorhanden.

Die Schwerfälligkeit dieses Hängewerkes springt in die Augen; es ist aber auch fehlerhaft, weil der durch die Streben ausgeübte Druck, siehe A, zu sehr auf einen Punkt hingeleitet worden ist. Die mittlere Strebe a, falls dieselbe Last zu tragen hat, ist unordentlicher Weise in die beiden Hauptstreben gesetzt; — sie mußte ebenfalls auf dem Balken unmittelbare Begründung finden. Es scheint jedoch, als habe man sich vor dem Fehler, mit der Strebe b zu weit auf den frei liegenden Balken hereinzukommen, hüten wollen. — Da es für jedes Hängewerk am vortheilhaftesten ist, je steiler die Streben und die Hängesäulen hinaufstehen, so muß es auch aus dem Grunde, daß diese ohne Noth in sehr geneigte Lage gebracht wurden, als fehlerhaft bezeichnet werden.

Die Unbeholfenheit, die sich in dem Hängewerke kund gibt, ist groß; bedenken wir, daß drei solche Längenbünde, wie wir ihn unter B. sehen, über den Saal hinlaufen, und jeder darauf berechnet ist, eine Sprengung der Länge nach zu bilden, die das Sprengwerk bildenden Streben jedoch nach einer sehr flachen Wölbungslinie angelegt sind, viel zusammendrückbares Langholz — doppelte Hängesäulen — zwischen sich haben und die Fußpunkte der Streben c, d, e ebenfalls auf vielem zusammendruckbaren Langholze — Träger und Blaken — stehen, so wird der Vorwurf gerechtfertigt.

Man scheint es gefühlt zu haben, daß das eigentliche

Fig. Hängewerk unter A an Tragkraft schwach sei, und legte deshalb die drei dreifach verstrebten Längenbünde an, von denen jeder einen gewaltigen verzahnten Träger unter sich hat, welcher die Tragbarkeit des Ganzen erhöhen soll.

Betrachten wir den Querbund A, so finden wir, daß das Hängewerk eine Balkendecke und Dreiviertel der Last des Daches zu tragen habe, und vergleichen wir hiermit Fig. 225 und Fig. 228, wo schwere Schüttböden dem Hängewerke anvertraut wurden, so finden wir einen großen Unterschied in der Belastung, d. h. die ganze Hängewerksverbindung konnte leichter und zweckdienlicher hergestellt werden, indem man nur zwei Hängesäulen anlegte, wodurch einer der schwerfälligen Längenbünde erspart wurde und jeder der noch bleibenden Längenbünde auch mit drei Hängesäulen noch genugsam stark war. Einfache Träger waren dann immer noch ausreichend.

Sollen und müssen drei Hängesäulen auf die Tiefe von 42′ angelegt werden, so würden dieselben im gegenwärti-
230. gen Falle nach Fig. 230 zu verstreben seyn. — Bei zwei Hängesäulen tritt dieselbe Behandlungsart ein, wie wir sie gleich Anfangs kennen lernten; sie dürfte hier wohl den
231. Vorzug verdienen. Fig. 231.

In Fig. 230 ist die Verstrebung zusammengestellt nach Fig. 71 und Fig. 73. Die beiden geraden Streben gehen durch die beiden äußeren Hängesäulen in voller Stärke durch; die äußeren oder gebrochnen Streben stoßen in den beiden äußeren Hängesäulen zusammen, und mit der oberen — schwebenden — Strebe geht man möglichst hoch, damit die steilste Lage erzielt wird und das Dach eine Unterstützung durch sie finden kann. Mit dem Fußpunkte der Strebe a gehe man möglichst nahe an die Mauer, damit die innere Strebe nicht auf dem ununterstützten Balken ruhe. — Hier, wo nun die mittlere Hängesäule bis an den Sparren reicht, kann ein kräftiger Län-

genverband das ganze Hängewerk in lothrechtem Stande erhalten; bei schwerer Belastung gibt man auch den beiden äußeren Hängesäulen ihren Längenverband und zwar stets sprengwerksartig, aber einfach verstrebt.

Bei allen größeren Hängewerken muß die größte Stärke derselben in dem Querbunde — also im eigentlichen Hängewerke liegen; der Längenbund ist zwar eine gute Hülfe, bleibt jedoch stets unzuverlässig, und zwar um so unzuverlässiger, je mehr er an Länge zunimmt, weil er, wie schon gesagt, Längenholz zwischen sich hat. Ist der Querbund nicht kräftig genug, so kann der Längenbund weder das Einbiegen, noch das Zusammenbrechen einer Verbindung hindern. Die Ausbildung des Hängewerkes bezieht sich deshalb lediglich auf den Querbund, und wir betrachten fortan nur diesen, so lange der Längenbund nichts Merkwürdiges enthält.

In Fig. 230 haben die Pfetten c und d ihr Auflager auf dem Hängewerke gefunden, belasten folglich, wie in Fig. 229, dasselbe einseitig. Dieser einseitige Druck muß gehoben werden. Bei e und f habe ich die Pfetten nur angedeutet; der fleißige Schüler mag ihre zweckmäßigste Unterstützung aufsuchen. Dasselbe gilt für Fig. 231.

Wenn ich schon mehrfach darauf hinwies: alle Verbindungen seien dann als gut zu erkennen, wenn man „möglichst wenig Holz" zu ihnen brauche, so geschah es nur, um Holz und Geld zu schonen; allein jetzt kömmt noch ein wichtigerer Grund hinzu, nämlich: die Verbindungen unnützer Weise nicht zu belasten. — Man vergleiche in dieser Hinsicht die beiden Fig. 230 und 231 mit Fig. 229 und man wird finden, daß 3 Trägerstücken und die sehr bedeutende Kehlbalkenlage wegbleiben konnten, in Fig. 231 aber die Ersparniß noch größer ist. — Diese außerordentlich wichtige Lehre vergesse man nie!

Fig. — denn durch übermäßig viel verwendetes Holz wird keine Verbindung besser, welcher Natur sie auch sei.

Die Bildung des Hängewerkes nebst dem übrigen Dachverbande im einseitigen Dache kann für den Anfänger nun keine Schwierigkeit mehr haben, doch gebe ich unter
232. Fig. 232 und Fig. 233 noch zwei Beispiele, die sich da-
233. durch von einander unterscheiden, daß im ersten Falle ein Kehlbalkenboden a verlangt wird.

Das Hängewerk wird seiner Höhe nach in beiden durch die Hängesäule b bestimmt, indem die Spannriegel dem Sparren möglichst nahe gebracht werden, doch so, daß über ihnen die Säulen noch Holz genug behalten, um ihnen nach Fig. 200 die gehörige Befestigung zu geben. Die Herstellung der übrigen festen Punkte ist bekannt.

Für die Herstellung der Kehlbalkenlage in Fig. 232 macht sich die Anlage einiger Plattstücke nöthig, welche am besten auf dem Spannriegel dicht neben den Hängesäulen ruhen, so wie wir es schon in den Fig. 204 und 205 kennen lernten. Diese Begründung der Kehlbalkenlage weicht von der in Fig. 229 insofern ab, als dort das Plattstück durch von einer Hängesäule zur andern eingelochte Riegel gebildet wurde. Für einen kräftigen Längenverband ist es aber durchaus nothwendig, die Plattstücke ihrer ganzen Länge nach ganz zu lassen. Nur wo es die Noth gebietet und da nicht gern! stellt man die Plattstücke durch kurze Stücken her.

Der obere Theil des Sparrens in Fig. 233 ist durch Pfetten unterstützt. In Fig. 233 ist dasselbe durchgängig geschehen. Die Befestigung der neben der Säule b liegenden Pfette ist bekannt.

Die beiden unter Fig. 232 und 233 gegebenen Fälle habe ich hauptsächlich nur deshalb aufgeführt, weil sie die Lösung der in Fig. 199 gestellten Aufgaben andeuten.

Noch ist zu bemerken, daß die Hängesäulen c, c bis

an den Sparren hinauf reichen, weil sie mit der liegenden Stuhlsäule einen festen Punkt bilden, welcher für diese Verbindung viel Werth hat; auch der Spannriegel d findet dort einen guten Haltpunkt.

Werfen wir nun einen vergleichenden Blick rückwärts auf die unter den Fig. 204, 205, 209, 210, 211, 225, 229, 230, 231, 232 und 233 gegebenen Verbindungen, so entgeht uns die verschiedenartige Behandlungsweise keineswegs, wir sehen die Verbindungen für große und kleine Lasten, für große und und kleine Spannweiten. — Die Absprengung nach Fig. 71 erstreckt sich auf eine Spannweite von 20′ bis 36′, hat also einen Spielraum von 16 Fußen; die Absprengung nach Fig. 72 beginnt bei 36′ und reicht bis 55 oder 56′, hat also einen Spielraum von 20 Fußen. So nimmt dieser Spielraum an Ausdehnung zu, je größer die Spannweiten werden, und gestatten dem Baumeister eine unendliche Verschiedenartigkeit in ihrer Behandlung. Ich wiederhole dies, damit der Schüler die feste Ueberzeugung gewinne, daß der Gegenstand der freiesten Behandlung fähig sei, daß er ihn nach seiner schöpferischen Gedankenfülle beherrschen, daß er nach Maßgabe seiner Kunstfähigkeit seinen kühnsten Gedanken verwirklichen könne.

Die dritte Spannweite, welche uns Fig 73 veranschaulicht, beginnt mit 40′ und reicht bis 73′, hat also einen Spielraum von 30 Fußen, und greift in die zweite Spannweite weit hinein. Die vierte Spannweite beginnt mit 5.10′=50 Fußen und reicht bis 90, auch bis 100 Fuß, hat demnach einen Spielraum von 40 bis 50 Fußen und greift 20′ in die dritte Spannweite hinab u. s. f.

Hieraus sehen wir auch, daß der Uebergang von einer Spannweite zur andern kein plötzlicher ist; dieselben berühren sich vielmehr aufs Innigste und sind ihrem Wesen nach vollkommen übereinstimmend, finden wir doch die Behand-

8

lungsart der dritten Spannweite schon in der zweiten, Fig. 230.

Im bürgerlichen Bauwesen werden sie je größer, desto seltener; man sucht sie sogar mehr und mehr zu vermeiden. Wir begegnen ihnen nur noch in Kirchen, Schauspielhäusern, Exercirhäusern und Hallen, welche zu außerordentlichen Zwecken erbaut werden. Sie nehmen von einer Spannweite zur andern an Kühnheit zu, zugleich aber an Schönheit, besonders wenn die ganze Dachverbindung sichtbar ist. Ein so großer Raum, an sich selbst hoch, mit seinem weitgespannten Hängewerke erregt in jedem Beschauer Staunen und Bewunderung, welcher großartige Eindruck bis zur Ehrfurcht gesteigert werden kann, wenn der Baumeister seine Verbindung einfach und sinnig erfand. Jeder große Raum wirkt eben wegen seiner bedeutenden Ausdehnung erhebend auf das Einzelwesen; je breiter, länger und höher ein Saal ist, je größer die Thüren und Fenster und die Verzierungen und ausschmückende Geräthe in angemessenen großartigen Verhältnissen sich in demselben befinden, desto kleiner erscheint der Mensch sich selbst; er fühlt das Erhabene dessen, was er sieht um so tiefer, er überlegt sich im Stillen die Klugheit des Baumeisters und freut sich über den großen Gedanken, der hier zur Ausführung gekommen. Noch gar lange belebt ihn die freudigste Rückerinnerung.

Beim Entwerfen sichtbarer Verbindungen hat sich der Baumeister auf einen höheren Standpunkt zu stellen, als gewöhnlich; seine Verbindung steckt nicht mehr im finsteren Dachraume, wo sich Niemand um sie kümmert, wo sie verstäubt und verrußt, sondern jetzt soll er Etwas schaffen, was den Verstand befriedigt, das Auge erquickt und das Gemüth erregt — kurz, seine Verbindung soll gut und schön seyn.

„Schön" ist jede Verbindung schon dann, wenn sie bei

der höchsten Einfachheit die größte Festigkeit besitzt, keine Fig.
unnützen Theile enthält, das Holz weder übermäßig stark, noch allzu schwach, überhaupt Alles wohlgeordnet ist. Werden die einzelnen Theile einer solchen Verbindung noch verziert, so erreicht sie die Vollendung ihrer Schönheit.

Da sich die dritte Spannweite von 50 bis 72′ erstreckt, so nehmen wir 60′ als ihr Mittel an und betrachten sie in dieser Ausdehnung.

Ein Hängewerk von 60′ kann, wenn es eine sehr kleine Last zu tragen hat, noch durch einfache Streben, welche jedoch stark seyn müssen, gebildet und ausgeführt werden, wie es in Fig. 73 dasteht. Fig. 73 gibt nur die Art der Anordnung der Streben an, im Hängewerke selbst ist die Verbindung, soll sie nicht zusammenbrechen, um den Spannriegel ab, Fig. 234, zu bereichern. Derselbe ist un- 234.
entbehrlich. Denken wir uns auf den drei Hängesäulen die Lasten aufgelegt, so wirken sie eine gegen die andere, wie uns Fig. 95 schon vergegenwärtigte; es ist klar, daß Fig. 234 ein Zusammengesetztes von Fig. 95 ist, und daß die aus der Betrachtung jener Figur gezogene Lehre: alle unsre Verbindungen möglichst gleichmäßig zu belasten, in vollem Maße hier ihre Anwendung finden muß.

In Betreff einer ungleichmäßigen Belastung sind hier drei Fälle möglich, nämlich: es kann eine zu große Last 1) auf einer der beiden äußeren Hängesäulen, 2) auf der mittleren oder 3) auf beiden äußeren Hängesäulen ruhen.

Trifft die Belastung die Hängsäule bc, so sinkt sie nieder, Fig. 235, und die andre äußere ad geht in die Höhe. 235.
Die festen Punkte, wenn sie eben fest genug sind, lassen das Auseinandergehen der Hölzer nicht zu, weichen aber mit diesen von ihren ursprünglichen Orten. Der Spannriegel ab, welcher durch die doppelte Hängesäule fg geht, wird, ist er mit dieser nicht fest verbunden, nach a hin-

übergeschoben, und bewirkt das Ausheben der Hängesäule a d. Hierdurch muß die Biegung des Balkens erfolgen, und je größer diese Biegung wird, desto mehr zieht sich sein Ende e herein, wodurch die Umfassungswand h in schiefe Stellung kömmt. Dadurch, daß der Punkt e sich nach der Mitte hereinzieht, wird die Strebe e a genöthigt, mit ihrem oberen Punkte a immer höher zu gehen; doch diesem Bestreben wirkt die Strebe f a entgegen, will sie niederhalten und bewirkt dadurch, daß der Punkt a immer mehr nach Außen gedrückt wird, wodurch wiederum der Punkt d immer mehr zum Steigen, der Punkt c immer mehr zum Niedersinken gezwungen wird. — Dieses Aufsteigen und Niedersinken der verschiedenen Punkte geht also einen Kreislauf; je mehr das Eine möglich ist, desto mehr findet das Andere Statt, geht aber nur so lange fort, als es die Biegsamkeit des Hauptbalkens und die des Spannriegels zuläßt. — Mag nun diese Biegsamkeit groß oder klein seyn, so tritt dennoch der Fall ein, daß irgend eine oder auch mehrere der Streben, weil sie gegen einander wirken und sich zu verdrängen suchen, sich biegen müssen. Willkürlich habe ich hier die a f als die biegsamste angenommen; hat aber ihre Biegung erst begonnen, so wird die Einwirkung der Last immer größer, die Holzfasern kommen aus ihrem natürlichen Zusammenhange, und sie verliert jeden Augenblick an Widerstandsfähigkeit. Mit ihrem Bruche stürzt das Hängewerk zusammen.

Man muß nun nicht glauben, daß, wenn eine Verbindung im Ganzen oder nur an einigen Stellen zu schwach ist, ihr Einsturz sofort erfolge; im Gegentheile — es geht langsam *). Zuerst kömmt die Zusammendrückbarkeit des

*) Vor dem Kriege von 1812 war der Kaiser Alexander in Wilna bei dem General Bennigsen, dessen Tochter er über die Taufe gehalten hatte. Als Pathengeschenk verehrte er derselben ein Landhaus, Namens

Holzes an die Reihe; so lange sich etwas zusammendrücken läßt, biegt sich Nichts. Die Längenhölzer bilden die weiche Unterlage, die ein zeitweiliges Ausgleichen der gegen einander wirkenden Lasten möglich macht. Auch die Streben unterliegen an ihren Stirnflächen der Zusammendrückung, da alles Bauholz weich ist, selbst wenn sie noch so glatt gehobelt sind. Ist die Zusammendrückung der weichen, nachgiebigen Körper erfolgt, dann beginnt das Biegen derselben,

---

Zakred, das sehr nahe bei Wilna lag und in welchem Frau von Bennigsen dem Kaiser und seinem Generalstabe ein Fest geben wollte. Aber das Haus war zu klein und Fr. v. Bennigsen beabsichtigte daher, in den Garten einen Pavillon bauen zu lassen. Sie ließ sich nach dem besten Architecten erkundigen, und man bezeichnete ihr einen Herrn Schulz nicht nur als den geschicktesten der Stadt, sondern der ganzen Provinz. Frau v. Bennigsen setzte ihm aus einander, was sie wollte und weshalb sie wünschte, daß das Lokal des Festes würdig sei. Herr Schulz war ein geborner Lithauer, einer jener Menschen mit tiefen Leidenschaften. Er hatte gegen die Russen jenen alten Haß, der in dem polnischen Blute seit vielen Jahren gährte. Als er den Auftrag der Fr. v. Bennigsen empfing, wollte er ihn ablehnen, aber ein unbestimmtes Gefühl ließ ihn zuletzt zusagen. Je weiter die Generalin sprach, desto größer wurde seine Aufmerksamkeit, so daß es Frau v. Bennigsen wohl hätte auffallen können. Er lächelte, als er den Befehl empfing, Alles zu einer bestimmten Zeit bereit zu halten. Es sollte nach vier Tagen seyn. Er versprach die größte Pünktlichkeit und in der That wurde der Pavillon nicht nur aufgeführt, sondern auch prachtvoll ausgeschmückt. Es lag etwas Schwärmerisches in der beinahe zauberhaften Ausführung des Pavillons. Frau von Bennigsen dankte Hrn. Schulz mit einem Eifer, über den er lächelte, doch mit einem Lächeln, in welchem nichts Heiteres, Wohlwollendes lag. Man besah den Pavillon, in welchem noch mehrere Arbeiter einige Stunden vor dem Feste beschäftigt waren. Endlich war Alles fertig und Jedermann entfernte sich, um sich zu dem Feste vorzubereiten. — Plötzlich ertönte ein furchtbarer Lärm. Der Pavillon war zusammengestürzt. — Der Architect hatte sich verrechnet; der Pavillon sollte einige Stunden später zusammenbrechen und in seinem Falle die ganze kaiserliche Familie und alle in Wilna anwesenden Generale der russischen Armee zerschmettern. — Als Herr Schulz den vorzeitigen Zusammensturz des Gebäudes erfuhr, stürzte er sich in's Wasser und ertrank.

Fig. wovon wir die Ursachen unter Fig. 217 und 219 erkennen gelernt haben; aber es geht ebenfalls ganz allmählig vor sich. Es biegen sich nicht sogleich alle Theile, welche eine Biegung erleiden können; es schiebt und drückt einer den andern, sie versuchen sich gewissermaßen unter einander selbst. Die ganze Verbindung scheint lebendig zu seyn, auch hört man fortwährend jenes unheimliche Knistern und Knackern welches das sichere Anzeichen einer zu großen oder einer einseitigen Belastung ist. Man braucht es noch nie gehört zu haben, aber man erkennt es sicher.

Im zweiten Falle, bei der zu großen Belastung der mittleren Hängesäule, drücken die beiden Punkte a und b Fig. 234 aus einander und die Hängesäule senkt sich nieder, während die beiden äußeren etwas gehoben werden; der Spannriegel a b ist nicht mehr lang genug und sinkt an beiden äußeren Hängesäulen nieder. Der Balkenbund g geht nieder, dagegen d und c steigen auf.

Im dritten Falle, bei der zu großen Belastung der beiden äußeren Hängesäulen, zertheilt sich an jeder derselben die
236. Wirkung nach vier Richtungen, wie Fig. 236 andeutet, und es kommt darauf an, daß zunächst der Spannriegel a b, sowie die beiden unteren Streben a e und b k gehörigen Widerstand leisten können. In den eben genannten Theilen macht sich die Last hauptsächlich fühlbar; sind sie biegsam, d. h. für die zu tragende Last zu schwach, so geht die Wirkung in die Hängesäulen a d und b c, sowie in die Streben a f und b f über, wonach f g gehoben, a d und b c aber niedergedrückt werden.

Der Einsturz der Hängewerksverbindung hängt in den beiden letzten Fällen ebenfalls vom Bruche einer Strebe ab, zu denen nicht weniger der Spannriegel a b gerechnet werden muß, da er nichts Anderes als eine wagrecht liegende Strebe ist.

Zur Gnüge zeigen uns die drei betrachteten Fälle, welche

Theile wir stets zu berücksichtigen haben. Die Verstärkung Fig.
derselben macht sich bei zunehmender Spannweite immer nothwendiger, auch hat man den Spannriegel ab zu befestigen.

Eine Hängewerksverbindung auf 60′ Spannweite nach der Fig. 234 bezeichneten Anordnung steht in Fig. 237. — 237.
Der Spannriegel ist mit Versatzung in die untere Strebe verbunden, die letztere bietet der Hängesäule eine kleine wagrechte Stirnfläche, auf welcher diese mit ruhen kann. Außerdem aber müssen Knaggen auf der unteren Strebe und der äußeren Hängesäule angebracht und in beiden mit Versatzungen eingelassen werden, damit die Hängesäule gegen das Herabgleiten gesichert ist.

Die beiden oberen Streben ruhen unmitttelbar auf den beiden unteren, sonach haben die letzteren die gesammte Last der Verbindung zu tragen, müssen folglich am stärksten seyn. Bei 13 bis 14 Zollen sind sie nicht überflüssig stark.

Die Unterstützung der Dachflächen hat hier keine Schwierigkeit; die Dachung muß möglichst leicht und eine Balkendecke darf gar nicht vorhanden seyn, soll die gegenwärtige Verbindung Anwendung finden.

Stellten wir unter den Figuren 71, 72 und 73 die Andeutung für die Ausbildung des Hängewerkes im Allgemeinen hin und sahen wir dort, wie die Weiterbildung desselben sich immer mehr der Gestalt des Gewölbebogens nähere, so entsteht hier dennoch, aber unbeschadet der Richtigkeit der aus jener Betrachtung gewonnenen Ansicht, die Frage: „ob es die Nothwendigkeit erfordere, die Streben in gebrochener Richtung einzulegen, wie ferner auch unter Fig. 238 angegeben 238.
wurde," oder „ob die Streben nicht auch bei den zunehmenden Spannweiten in gerader Richtung verbleiben können?" — Es ist keinem Zweifel unterworfen, daß die Verbindung um so mehr an Haltbarkeit gewinne, je weniger kurze Hölzer sie enthält, weil, sind die Streben wie in

Fig. Fig. 238 geradlinig und aus einem Stücke genommen, erstens das Ausbiegen erschwert, und zweitens eine Zusammendrückung an den Stoßflächen der in beiden äußeren Hängesäulen zusammentreffenden Streben gänzlich vermieden wird. — Beides ist unter allen Bedingungen stets im Auge zu behalten.

Werden die Streben wie in Fig. 238 in gerader Richtung angeordnet, so erlangt man auch den Vortheil, daß die Verstärkung derselben weniger Schwierigkeit macht. Die Verstärkung der Streben ist bei der dritten Spannweite bei nur einiger Belastung unerläßlich, und sie muß die erste zu erfüllende Anforderung seyn.

239. In Fig. 239 ist das Hängewerk nach Fig. 238 ausgebildet; die Streben sind geradlinigt und haben Verstärkung erhalten. Es ist außerdem nichts Merkwürdiges in dieser Verbindung. Man kann die Streben wie in A oder wie in B anordnen. In B wird der Spannriegel a eingezapft und mit einer Versatzung versehen, wie in Fig 237. Zur größeren Sicherheit schraubt man die doppelten Streben zusammen, wobei bemerkt werden muß, daß es besser ist, außen um die Hölzer herum die Schraube zu legen; durchgebohrte Schraubenbolzen bringen niemals Nutzen, sondern geben die erste Veranlassung zum Aufreißen des Holzes seiner Länge nach.

Die Unterstützung des Daches wird genau nach der bereits kennen gelernten Weise bewirkt und auch dieselben Sicherheitsmaßregeln, besonders gegen das Einbiegen des oberen Theiles der Strebe b werden beobachtet.

Es ist begreiflich, daß das Hängewerk Fig. 239 eine weit größere Last tragen kann, als das in Fig. 237, aber eben deshalb auch ist man genöthigt, die beiden äußeren Hängesäulen c und d kräftiger als dort gegen das Fort-
240. gleiten zu schützen. — In Fig. 240 ist dies dargestellt. Das aufgesetzte Stück a unter A erhält einige Versatzungen

und wird mittelst eisernen Bandes scharf an die Strebe Fig. gezogen; dieses Band dient gleichzeitig zur Befestigung beider Streben. Unter B Fig 240 ist eine halbe Hängesäule gezeichnet.

Bei fortgesetzt größerer Belastung hat man das Strebwerk immer mehr zu verstärken, und verursacht keine Schwierigkeit mehr. Es ist, bei Lichte betrachtet, nichts leichter als die Anlage eines starken Hängewerkes. In Fig. 241 241. liegt die Andeutung zu einem Hängewerksbunde auf 60′ Spannweite mit dreifachen Streben. Die innerste derselben steht gegen den Spannriegel und die beiden äußeren gehen bis zur mittelsten Hängesäule in die Höhe.

In dieser Weise nun geht die Hängewerksbildung für alle folgenden Spannweiten fort; somit sind wir in den Stand gesetzt, die scheinbar kühnsten und verwegensten Hängewerksverbindungen auszuführen.

Leider aber stoßen wir hier wiederum auf die große Unvollkommenheit unseres Bauholzes, von der ich schon so oft gesprochen habe, — es ist die Zusammendrückbarkeit desselben. — Werfen wir einen vergleichenden Ueberblick zurück bis zur Bildung des Hängewerks für die erste Spannweite, so kann uns die Bemerkung nicht entgehen, daß das Hängewerk der ersten Spannweite das kräftigste und standhafteste, weil es das einfachste ist: die Streben stoßen mit ihrem Hirnholz gegen das Hirnholz der Hängesäule, und es kann hier eine nur sehr unbedeutende Zusammendrückung erfolgen; bei der zweiten Spannweite haben die Streben einen Spannriegel zwischen sich, auf welchem die Hängesäule sitzt, und die Strebe bietet der Hängesäule nur sehr wenig Hirnholz dar. Sonach wird die Widerstandsfähigkeit des Strebewerks jeder folgenden Spannweite geringer, obgleich dem Strebwerke an sich selbst jede beliebige Festigkeit verliehen werden kann. — Noch nachtheiliger für unsere Verbindungen wird die Verstärkung des Strebewerks, weil

Fig. nun immer mehr Längenholz der zusammendrückenden Einwirkung der belasteten Hängesäule entgegengesetzt wird.

Es ist nöthig, sich das Nachtheilige dieser Zusammen-
242. drückung gehörig zu vergegenwärtigen. — In Fig. 242 A. steht auf zwei wagrecht liegenden Hölzern eine belastete Säule, welche das Holz zusammendrückt. Das Stück a empfängt den Druck zunächst, daher auch die Einbiegung auf dessen oberster Fläche zuerst wahrgenommen wird; allmählig biegen sich auch die folgenden Faserschichten oder Ringe, eine Schicht nach der anderen. Jede zunächst folgende Schicht empfängt den Druck nicht eher, als bis die vorhergehende ihre Biegung vollständig erlitten hat. So pflanzt sich die Einwirkung des Drucks nach und nach auch auf das untere Unterlager b fort; die Biegung der Fasern wird zwar von einer Schicht zur andern etwas geringer, nichtsdestoweniger aber geht die Pressung bis zur letzten. — Der ganze Hergang ist nichts als eine Verdichtung, die abwärts immer geringer wird, weil sie an Breite zunimmt. Hätte die belastete Säule an ihrem Fuße die Breite x′y′, nämlich so weit die Verdichtung xy reicht, so würde die Zusammendrückung oder Eindrückung weniger oder gar nicht bemerklich geworden seyn, weil die Last auf eine hinreichend große Grundfläche hätte wirken können. — Was wir soeben an Fig. A. kennen lernten, ist auch in Fig. B. geschehen. Es ist einerlei, ob die belastete Säule ein Ständer oder eine Hängsäule ist, sowie ferner ob die beiden Hölzer a und b wagrecht liegende Spannriegel oder schiefstehende Streben wie Fig. 240 und 241 sind. — Kurz, wir sehen, daß auch hier eine Zusammendrückung stattfindet und es leuchtet ein, daß mit der Zusammendrückung die Hängesäule niedersinkt und die Einsenkung der Balkendecke mit erfolgt. — Auch ist es klar, daß die Zusammendrückung um so nachtheiliger wird, je mehr Streben über einander liegen.

So geht es uns immerwährend: kaum haben wir einen Fig. Vortheil erlangt und meinen, die Wahrheit errungen zu haben, so stellt sich in demselben Augenblicke irgend Etwas unseren Entwürfen feindselig entgegen. Hier ist es die Unvollkommenheit des Baustoffes, die wir auch nie gänzlich beseitigen werden.

Hierzu kömmt nun noch die Zusammendrückung des Balkens, auf welchem die Streben stehen; mit jeder Vergrößerung der Spannweite wächst die Last und der Balken wird immer mehr gequetscht. Ferner noch müssen wir bedenken, daß neben dem immer größer werdenden senkrechten Drucke der Streben in den ausgedehnteren Spannweiten auch der Seitenschub immer gewaltiger wird, und daß sonach an den Stirnen der Strebenfußpunkte nicht minder eine Verdichtung erfolgen muß.

Dies Alles zusammen wirkt, sind diese Verdichtungen an sich noch so unbedeutend, höchst unangenehm und störend auf unsere Verbindungen ein. Erreicht z. B. die Zusammendrückung der Streben durch die Hängesäulen das Maß von ½ Zoll, so sinkt die Hängesäule und mit ihr die Balkendecke ½'' nieder; wird der Balken ½'' zusammengedrückt, so folgen die Streben nach, mithin auch die Hängesäulen und die Balkendecke, und die Einsenkung beträgt nun 1'', was allerdings für eine Decke von 60' sehr wenig ist; dafür aber wird die Einsenkung, die durch die Verdichtung an den Stirnen der Streben entsteht, um so fühlbarer. — Es sei at der Balken, ab die Strebe. Nun 243.
denke man sich: die Strebe ab verändre ihren Fußpunkt a bis zum nächsten neben a bemerkten Punkte, so sinkt der Punkt b nach c herab; geht die Strebe bis zum zweiten bemerkten Punkte, so sinkt b nach o herab; im ersten Falle befindet sich der Balken at in der Lage as, im zweiten Falle in der Lage ax. — Wäre ad die Strebe eines flachen Hängewerks und a rückte an den ersten Punkt, so sänke

d nach u; und rückte a in den zweiten Punkt, so sänke d nach z herab. — Also die kleinste Abweichung des Fußpunktes bewirkt eine große Senkung, welche um so schlimmer wird, je flacher das Hängewerk ist.

Wir werden hierdurch wiederholt darauf hingewiesen, die flachen Hängewerke am allerbesten zu verwahren.

Nun sei die Ausweichung des Fußpunktes a kaum bemerkbar, so beträgt die Senkung vielleicht wieder $1/2''$, so hat man schon $1 1/2''$; durch diese Senkung geräth die Verbindung in Unordnung, die Fugen passen nicht mehr gut, die Streben stoßen mehr mit ihren Ecken und Kanten, als mit ihrem Stirnflächen gegen einander, und nun beginnt aufs Neue ein Zusammendrücken, folglich auch ein abermaliges Einsenken.

Man halte dieses ja nicht für so unwesentlich, daß man es nicht sonderlich zu beachten brauche — unter gewissen Umständen wird es zur großen Wichtigkeit, zumal bei größeren Spannweiten, wenn auch nicht jedesmal sogleich vom Einsturz die Rede ist.

Die dritte Spannweite reicht bis 72′, die vierte Spannweite von 50′ bis 90′, schließt also die obere Hälfte der dritten, sowie den höchsten Theil der zweiten Spannweite in sich. Das heißt nun nichts Anderes, als daß bei zunehmender Belastung die Hängesäulen ihrer Zahl nach vermehrt werden müssen. Hätte z. B. das Hängewerk der zweiten Spannweite eine so große Last zu tragen, daß zwei Säulen zu schwach dazu wären oder vielmehr die dort angewandte Verstrebung, so kann man entweder Streben und Hängesäulen oder auch die Streben allein vermehren, so daß das Hängewerk dem der dritten oder der vierten Spannweite ähnlich wird. Mit kurzen Worten also: man kann für jede Spannweite die erforderliche Stärke des Hängewerks anlegen.

Das für die vierte Spannweite zu betrachtende Hänge-

werk steht bei 80′ und hat in Fig. 244 seine Ausbildung Fig. 244.
gefunden. Die Verstärkung der Streben haben wir in Fig. 241 bereits kennen gelernt, die Behandlung derselben erleidet im Wesentlichen keine Aenderung. — Was wir hier aber zu berücksichtigen haben, ist die Herstellung der langen Hölzer. Die Balken z. B. müssen, rechnet man die beiden Mauerstärken nebst Dachvorsprung hinzu, mindestens 90′ lang seyn, eine Länge, welche wir schwerlich finden und künstlich herstellen müssen. Die Zusammenfügung ist mannichfaltig, und man stellt sie her, indem man ein kurzes Stück oder zwei dergl. mit Verzahnung ansetzt und an die Balkenstücken schraubt; außerdem kann man die Balkenstücken stumpf an einander stoßen Fig. 245 B, oder 245.
man gibt ihnen ebenfalls eine Verhakung wie in A. — Da nun sämmtliche Balken in ähnlicher Weise gestoßen werden müssen, so liegen die mittleren Träger höher als die äußeren; ist dies aber irgend eines Zweckes hinsichtlich der Benutzung des Bodenraumes wegen nicht zulässig, so bringt man die Stücken a und b zu beiden Seiten des Balkens an. Daß diese Zusammenfügung mit größter Genauigkeit angefertigt und tüchtig zusammengeschraubt werden muß, bedarf wohl kaum der Erwähnung. Ueberhaupt müssen alle Arbeiten, je mehr die Ausdehnung des Hängewerks zunimmt, immer fleißiger und sorgfältiger behandelt werden, und die Vorsicht des Baumeisters muß in eine gewisse Aengstlichkeit übergehen, ohne eben in Beschränktheit umzuschlagen.

Die fünfte Spannweite, von 60′ bis 108′, betrachten wir (Fig. 246) in ihrer Ausdehnung von 90′; sie unterscheidet 246.
sich von der vorhergehenden nur dadurch, daß sie eine Hängesäule mehr hat. — Von hier an erstreckt sich über mehrere Spannweiten eine Gleichförmigkeit, welche uns von deren Betrachtung abhalten müßte, kämen nicht andere zu berücksichtigende, wohl zu würdigende Dinge an ihnen vor.

Ebenso unterscheidet sich das Hängewerk der sechsten

Fig. Spannweite, von 70′ bis 126′, von dem der vorigen nur durch eine hinzugekommene Hängesäule, und etwa noch da-
247. durch, daß die beiden Hängesäulen a, a Fig. 247. ohne Spannriegel auf die Streben gehängt sind. Es dürfte aber wohl rathsam seyn, die Gegenstreben b nahe an dem von der Hängesäule c gebildeten festen Punkte den Hauptstreben entgegenzusetzen, um ihr Einbiegen zu verhüten.

Stellen wir uns nun vor, welche ungeheure Last ein solches Dach besitzt, so werden wir uns nicht mehr wundern, wenn diejenigen Theile der Verbindung, welche das Strebwerk bilden und auf welchen dasselbe ruht, eine Zusammendrückung erleiden, selbst wenn das trockenste, dürrste Holz dazu verwendet wird.

In dieser, wie auch schon in der vorigen Verbindung müssen auf dem Hängewerksbunde je zwei Balken an einander gelegt werden, damit sie gemeinschaftlich die Last
248. desselben tragen. Fig. 248 B zeigt zwei Paare solcher gekuppelter Bundbalken. In A liegt der Bund vor, und man sieht die Streben auf einem Stücke Eichenholze, welches an Breite beiden Balken gleich ist, aufsitzen. In C. ist die Versatzung der Streben sichtbar.

Diese an und in einander gefügten Hölzer müssen gut zusammengeschraubt werden; die nöthigen Schrauben sind angedeutet. — Mit welcher ungeheuren Macht die Streben auf den Hauptbalken d d Fig. 247 in gleichem Maße zerreißend wirken, kann man sich ebenso leicht anschaulich machen: d e ist der wirkende Hebelarm, welcher die Strebe o d fortzuschieben sich bestrebt; dieser wirkende Hebelarm ist hier 50′ lang. Die Größe des Seitenschubs kann man durch Versuche annäherungsweise finden, indem man wie Fig. 17 zwei Hölzer nach bestimmtem Maßstabe so in Verbindung bringt, daß sie bei b fest verbunden, aber doch beweglich sind. Die beiden Körper müssen an Schwere gleich seyn. Dann setzt man ihnen im Verhältniß des

Maßstabes kleine Gewichte bei a und c entgegen; hat man ferner die Last der Dachung gefunden, so legt man in b dieselbe Last auf, und hat hiernach y und z zu vergrößern. — Ist dieses Verfahren auch nicht mathematisch genau, so hat man doch ungefähr einen Begriff von dem auf den Balken dd wirkenden Seitenschube. — Je größer der Seitenschub ist, desto größer ist das Bestreben, den Balken zu zerreißen oder die Versatzungen wegzudrücken — abzuplatzen. Zu Verhütung dessen bedient man sich des festeren Eichenholzes, versatzt es auf beiden Balken und gibt den Streben große Versatzungen, Fig. 248 C.

Ich muß hierbei noch bemerken, daß das um die Stirne der Strebe gelegte Band ebenfalls in dem eichenen Stücke seine Befestigung finden muß; denn der Zusammenhang der Fasern im weichen Bauholze ist zwar ein ziemlich starker, wird aber doch von dem der Eiche weit übertroffen. Ein durch weiches Bauholz — Fichte, Tanne, Kiefer — gebohrter Schraubenbolzen kann bei großem Seitenschube dieses seiner Länge nach aufreißen — zerspalten, was bei großen Lasten auch an den Hängesäulen vorkommen kann. Jedoch die Dachbodenräume solcher Gebäude der vorliegenden Ausdehnung werden selten oder gar nicht zur Aufbewahrung bedeutender Lasten benutzt; es tritt mit der zunehmenden Ausdehnung sogar der Fall ein, daß man die in Fig 248 B andeuteten Zwischenbalken ganz wegläßt. Mit der Weglassung dieser Balken, die man bei Pfettendächern überhaupt gar nicht braucht, erleichtert man die Dachverbindung ungemein.

Die Herstellung der festen Punkte ist mannichfaltig, und es steht hier der Erfindungsgabe des Baumeisters abermals ein ebenso großes Feld zur Bearbeitung offen, als in den Hängewerken selbst.

Obgleich wir eingesehen haben, daß das Strebewerk nach der Fortbildung der in Fig. 73 angedeuteten Art weniger

Fig. Standhaftigkeit besitzt als wenn wir, wie von Fig. 238 an, dasselbe geradlinig ausführten, so wollen wir doch noch einmal zu ihm zurückzukehren und es zur Anwendung brin-
249. gen. Ich habe es in Fig. 249 zu einer perspectivischen Darstellung benutzt, um zugleich die Herrlichkeit und Pracht, welche schon in der rohen Verbindung liegt, zu zeigen. Die Spannweite beträgt 100′. — Das Bild macht Alles deutlich.

Der Längenverband von Fig. 247 liegt in den Streben, wie die Löcher der äußersten Strebe in Fig. 248 A andeuten; der Längenverband in Fig. 249 liegt zwischen den Hängesäulen. — Die beiden Löcher auf dem Träger Fig. 248 B sind für kurze Bänder bestimmt, welche zu beiden Seiten gegen die Hängesäule laufen. — Ich brauche es wohl nicht näher zu erörtern, daß in den größer werdenden Verbindungen der Längenverband an Stärke mit wachsen muß.

In seinen „Darstellungen der Zimmerbauwerke" von Ludw. Fr. Wolfram, Lehrer an der polytechnischen Centralschule zu München gibt derselbe einen Dachbund des Exercirhauses zu Moscau als den größten aller bisher ausgeführten. Die Länge des Hauptbalkens beträgt 160′ engl.,
250. das sind ungefähr 172½′ leipzig. Fig. 250 A zeigt die Anlage von Herrn v. Betancourt, B den von Rondelet gemachten Vorschlag zu einer Verbesserung. — Die Hängesäule a gibt einen Theil ihrer Last an die Strebe b ab, welche ihre Begründung neben der Hängesäule c findet; c theilt theilweis ihre Last der Gegenstrebe d mit, folglich der Hängesäule e, und ein Theil der Last von e geht auf die f über, das heißt mit anderen Worten: die Wirkung der Last, welche in f schon an sich am bedeutendsten ist, wird durch diese Verfahrungsart immer mehr dorthin geleitet, während das Gegentheil geschehen mußte. Hier-

gegen wird die Last in B richtiger von g nach t, von i Fig. nach k, von f nach g zurückgeführt.

Der Hauptbalken ist ein doppelter, nicht neben, sondern über einander gelegt, versatzt und verbolzt, desgleichen sind die Streben durch Schraubenbolzen an einander befestigt. Die Balken, welche in ihrer Verbindung mit den Streben Fig. 251 dargestellt sind, haben nach unserem Maße gegen 12'' Stärke in's Gevierte. Von 3' zu 3' sind Schraubenbolzen von etwa $^5/_4$'' Stärke, die Schraubenbolzen in den Streben haben eine Enfernung von 5 bis 6' von einander. Den Schluß der vier Eisenbänder 1, 2, 3, 4 hat Herr Wolfram verschieden dargestellt, und ich habe sie so wiedergeben. — Wir sehen hier die Befestigung der Streben an ihrem Fuße ganz anders behandelt, als in Fig. 248. 251.

Noch besonders merkwürdig und höchst wichtig ist die an diesem Beispiele vorkommende Befestigung der Streben in den Hängesäulen, wie sie ebenfalls von Rondelet verbessert vorgeschlagen wurde und in Fig. 252. dargestellt ist. 252.

In Fig. 253 liegt die Hälfte einer doppelten Hängesäule mit dem halben Gehäuse von Gußeisen. Der Raum, welcher Strebe oder Spannriegel in sich faßt, läuft von allen vier Seiten etwas spitz — pyramidalisch — zusammen. Ein solches Gehäuse ist jedenfalls das Beste. Allein betrachten wir Fig. 254, die Darstellung der doppelten Hängesäule in ihrer Zusammenfügung mit den Streben, wie sie in Fig. 252 gegeben sind, so kann es unserem Blicke nicht entgehen, daß beide Hängesäluen mit sehr wenig Stirnholze auf dem Gehäuse aufsitzen und sonach im Widerspruch mit der vorhergehenden Figur stehen, während an der unteren Fläche des Gehäuses die inneren Kanten der Säulen um das Doppelte hineingreifen. Die oberhalb des Gehäuses zwischen den Hängesäulen durchgehenden Streben dürfen in ihrer Stärke durchaus keine Verringerung erleiden; daher kömmt es, daß das Gehäuse 253. 254.

Fig. nur so viel im Holze sitzt, als sein Rand Breite hat, was zu wenig ist.

Denken wir uns die Hängesäulen oben bei a Fig. 254 nach Fig. 83 oder irgendwie behandelt, so sehen wir zwischen inne das Längenholz der drei Streben, welches dem Drucke des vorliegenden Hängewerkes nicht hinreichend widerstehen kann; daher würde ich vorschlagen: dem Ge-
255. häuse eine tiefer liegende Platte Fig. 255 A anzufügen *), welche bis in die Mitte beider Hängesäulen reicht, und sonach gute Stirnflächen in ihnen findet. Unter B ist der waagrechte Querschnitt bei x x gezeichnet. — Der Zweck, dem Gehäuse mehr Stirnfläche der Hängesäulen entgegenzusetzen, läßt sich gar verschiedenartig erfüllen. So z. B. könnte man dem Gehäuse, wie bei o, o angedeutet, vorspringende Ränder geben u. s. f. u. s. f.

Die Streben in Fig. 251 stehen auf mindestens 20'' hohem Längenholze, welches sich zusammendrücken läßt; bedenkt man ferner, daß hie und da eine Strebe oder ein Spannriegel nicht vollkommen gut in sein Gehäuse eingearbeitet und gepaßt worden war, mochte dieser Unterschied auch noch so klein seyn, so war eine Einsenkung unvermeidlich. Herr Wolfram sagt: „Herr v. Betancourt stellt einige nachtheilige Erscheinungen auf Rechnung der Eintrocknung des verwendeten sehr grünen Holzes. Allerdings mußte durch die Eintrocknung, also Verkürzung des Balkens (derselbe war 12'' engl. über seine waagrechte Linie erhoben — gesprengt — worden) derselbe aus seiner Bogenlinie in die gerade übergehen, sich also dadurch senken. Ist aber der grüne Balken gerade, so muß im Gegentheil die Austrocknung einer Verlängerung durch Beugung eben so stark entgegenwirken."

---

*) Wie Herr v. Betancuort auch schon gethan, nur daß er keine Platte, sondern Schrauben zum Tragen benutzte.

Ueberlegen wir aber hierauf bezüglich noch, daß der Balken von 172′ aus mehreren Stücken zusammengesetzt werden muß, und daß jede seiner Stoßfugen ebenfalls ein wenig sich aus einander geben kann, wodurch die Streben, wie in Fig. 243 ihren anfänglichen Standort verlassen, so wird uns die Einsenkung ganz erklärlich scheinen.

Hierbei entsteht nun die Frage: ob es rathsam ist, den eingesenkten Balken wieder in seine anfängliche Lage zurückzubringen? — Beruht die Einsenkung auf den eben gedachten Zusammendrückungen, welche, wenn die Verdichtung völlig beendet, nicht weiter erfolgen, so wird, hebt man den Balken wieder in die Höhe, derselbe dadurch länger gemacht (durch sein Niedersinken gibt er zu erkennen, daß er zu lang sei) und eine Verrückung der Strebenfußpunkte bewirkt, wonach Einsenkung abermals erfolgt. Nun muß das Aufschrauben oder Aufkeilen von Neuem beginnen. — Herr Wolfram sagt: „Der Hauptbalken, den die Streben an beiden Enden ausstrecken, muß die kürzeste, also eine gerade Linie bilden, darf also in der Mitte nicht gesprengt werden. Alle gebogenen Balken tragen nur unter der Bedingung mehr, daß sie an den Enden gegen unausweichbare Widerlager gestemmt werden. Frei aufliegend ist die Kraft zur Wiederherstellung der durch Biegung veränderten Fieber geringer, als der Widerstand gegen Beugung eines geraden an beiden Enden festgehaltenen Balkens. Da hier die um 12″ gesprengte Bogenlinie des Balkens länger ist, als seine ursprüngliche gerade, so gehen die beiden Enden bei der Senkung desselben aus einander, die Streben verlieren in ihren Versatzungen, an ihrem Fuße, den Widerstand, sie weichen und ihre Wirkung gegen Beugen durch Ausdehnung eines ganz geraden Balkens geht verloren.“

Wird der Balken gleich auf der Zulage gebogen, so ist das allerdings fehlerhaft. Der Balken muß gerade bleiben,

Fig. wenn der Hängewerksbund auf ihm zugelegt und abgebunden wird, aber die Hängesäulen schneidet man etwas kürzer, damit, wenn das Dach steht und die Lastwirkung die nie ausbleibenden Verdichtungen und sonstigen Pressungen herbeigeführt hat, wonach die Einsenkung des Balkens erfolgt, derselbe wieder hinauf gezogen werden kann. Während seiner Bearbeitung keineswegs, wohl aber beim Richten — Heben — zieht man den Balken sehr gern sogleich
256. etwas in die Höhe, Fig. 256, wodurch das Strebwerk in eine gespanntere Stellung kömmt und die nun einmal unausbleiblichen Zusammendrückungen u. s. f. schneller herbeigeführt und von uns ordnungsmäßig behandelt werden. — Daß man dieses Aufwärtsbiegen nicht übertreiben darf und mit großer Vorsicht vornehmen muß, versteht sich von selbst.

Da nun die Hängesäulen hiernach nicht bis auf den Balken herabreichen, so ist die fehlende Länge durch Hängeeisen zu ersetzen, welche so einzurichten sind, daß man den Balken mittelst Schrauben oder Keilen in die Höhe schaffen kann. Die Hängeeisen, wie wir sie an Fig. 87 kennen lernten, sind hierzu nicht geeignet und können überhaupt nur da ihre Anwendung finden, wo man keine Einsenkungen zu befürchten hat.

Bei der Ausführung hat der Fig. 250 dargestellte Bund nicht sieben, sondern neun Hängesäulen erhalten.

Zum Schluß über den bisher besprochenen Gegenstand erwähne ich noch eine Hängewerksverbindung von 200′ Spannweite. Dieselbe entwarf Baurath Steiner in Weimar kurz vor seinem leider immer noch zu früh erfolgten Tode; er beabsichtigte, ein Werkchen über Zimmerverbindungen herauszugeben, starb aber darüber ab. Freundlich und wohlwollend wie er stets, besonders gegen seine Schüler, war, theilte er seine Arbeiten gern mit; die gedachte Arbeit ist hierdurch zwar verloren gegangen, doch haben sich

verschiedene Nachzeichnungen erhalten, von denen ich die Fig.
folgende wiedergebe. Fig. 257. A ist der volle Bund, 257.
deren zwei neben einander stehen, wie in B deutlich zu er-
sehen ist. C ist der auf a a stehende Bund. b b und c c
sind zwischen beiden Hängebünden durchgehende Zangen,
welche dem Seitenschube der Streben entgegenwirken. In
Fig. 258. A und B hat die Zange b ihre besondere Dar- 258.
stellung gefunden; die Zange c ist durch Eisen befestigt.
Die kleine Hängesäule d ist in Fig. 259 dargestellt. Die 259.
Befestigung derselben geht aus der Zeichnung hervor. Die
Zangen b und c gehen zwischen ihnen durch und werden
von den übrigen Hängesäulen getragen, indem in der Höhe,
wo beide Zangen liegen, Schraubenbolzen angebracht sind.
Auf dem Bunde d konnte dies nicht geschehen, weil die
Kopfeisen der Säulen zu weit herabreichen, auch der Bol-
zen für die unterste Strebe zu nahe liegt. Bei e sind
kleine Platten eingelassen, welche in jeder Säule zur Hälfte
sitzen. — Die doppelten Längenhölzer f, f... halten ihrer
ganzen Länge nach die Säulen in Ordnung und tragen zur
Kräftigung des Längenverbandes wesentlich bei. Bei g und
h ist der Stoß der ersten und zweiten Strebe sichtbar, sie
liegen unter den Bändern i und k.

Die sämmtlichen Hängesäulen sind mit der untersten oder vierten Strebe zusammengeschraubt, wie in Fig. 257 A und C angedeutet und Fig. 259 deutlich dargestellt ist, außerdem gehen die Schrauben der Kopfeisen sämmtlicher Säulen durch die zweite Strebe und auf der ersten Strebe (der obersten) ruht die Säule selbst. Das wären also für jeden Bund drei starke Ruhepunkte für die belastete Säule, allein es dürfte wohl noch sehr zu bezweifeln seyn, daß somit die Zusammendrückbarkeit des Längenholzes der Streben, wie wir dieselbe in Fig. 242 kennen lernten, vollkommen beseitigt ist. Für jede Hängesäule dürfte der Zusammenstoß der Streben nach Fig. 252 und folgenden zu

Fig. empfehlen seyn, und überhaupt die unter Fig. 250 B gegebene Anordnung. — Dem Seitenschube der Streben ist in Fig. 252 die Schiene a b entgegensetzt, die wie bei c für jede Strebe eine Schraube erhält.

Somit hätte ich das Wesen des Hängewerkes ausführlich erklärt. Wir sehen, daß, wenn auch der Grundgedanke für dessen Anordnung richtig ist, die Ausführung dennoch wegen der Unvollkommenheit unseres Baustoffes auf vielerlei Schwierigkeiten stößt, selbst wenn uns alle Hülfsmittel zu Gebote stehen. In den meisten ausgeführten Verbindungen, die der neuesten Zeit nicht gänzlich ausgenommen, ist genügend dargelegt, daß der Baumeister wohl die Biegsamkeit berücksichtigte, aber die Zusammendrückbarkeit des Holzes fast gar nicht — oder doch nur äußerst selten! — beachtete. Daher sehen wir gar viele neue Bauten — Dachungen und Brücken —, welche vor wenigen Jahren erst errichtet wurden und längstens schon in Jahresfrist sich gesenkt und verbogen haben.

Die Anordnung des Hängewerkes in Brücken unterscheidet sich von denen in Dachungen durchaus nicht, doch kann ich nicht unterlassen, einige Brücken der neuesten Zeit zu erwähnen und ihre Mangelhaftigkeit nachzuweisen.

260. So z. B. wäre die Brücke Fig. 260 dem Gedanken nach gut, denn die belasteten Hängesäulen b und c wirken auf die festen Punkte f, h und g, i, die Mittelsäule a wirkt auf i und h, die Säulen d und e sind festgemauert und geben den Lagern l k und m n den nöthigen Halt; aber die Säulen d und e sind keine festen Körper, sie lassen sich zusammendrücken, die Lager l k und m n können ein wenig fortgleiten, wenn sie anders nicht gut verwahrt sind, bei i und h erfolgt ebenfalls Zusammendrückung, nnd die Brücke muß sich biegen. Die Streben o d und p e leisten wenig oder nichts.

Eben so schlecht oder noch schlechter ist eine in der

Mitte des vorigen Jahrzehents zu Greiz über die Elster erbaute Fig.
Brücke von etwa 50′ Lichtweite. Das Wesentliche derselben
zeigt Fig. 261. Die Hauptstreben haben dreimal Längen- 261.
holz zwischen sich, und zwei Nebenstreben sind ebenfalls gegen Längenholz gestemmt. Die Brüstungslinie a zeigt die Senkung der Brücke.

Fig. 262 A ein Theil der Brücke bei Gera über die Elster. 262.
Dieselbe wurde zu Ende des vorigen Jahrzehntes gebaut und hat sich kaum bis zu ihrer Vollendung in gutem Stande erhalten. Die doppelten Straßbäume sind durch eingeschobene Klötzchen mit einander in Verbindung gebracht, deren Behandlung in B vorliegt, und zusammengeschraubt. Außerdem befindet sich zu ihrer Unterstützung ein Sprengwerk unter ihnen, welches weit weniger Tragfähigkeit, als die Straßbäume selbst besitzt. Das stärkste, älteste, hier zur Verarbeitung gekommene Holz konnte nicht genug Widerstand leisten; kurze Zeit nach der Herstellung des gußeisernen Geländers zerplatzte dasselbe, und gegenwärtig beträgt die Einsenkung bereits mehrere Zolle.

Höchst belustigend ist in ihrer Anordnung des Hängewerkes die Brücke in Mitweida über die Zschopau; ihr Anblick hat für den Augenblick etwas angenehm Ueberraschendes. Die Fahrbahn ist in der Mitte gegen 6′ erhöht, was ich in der Zeichnung nicht dargestellt, sondern den
Straßbaum a a Fig. 263 A geradlinig gegeben habe. Die 263.
Brücke mag vielleicht aus dem vorigen Jahrhundert stammen. — Die Art der Hängewerksbildung von Fig. 73 hat hier ihre höchste Anwendung gefunden, nur ist zu bedauern, daß sämmtliche Streben gegen Längenholz stehen. Auch sind die doppelten Hängesäulen zwischen die Streben gebracht, wie man dies an allen älteren Werken gethan. Die in Rede stehende Brücke ist das schönste Vorbild für die Zusammendrückung des Holzes. — Die die Straßbäume tragenden Träger — b b in B — werden nicht von Hän-

geeisen, sondern von den Hängesäulen selbst gehalten, wie auch die Straßbäume. — Daß diese Brücke sehr starkes Einsenken erleiden mußte, wird uns klar, wenn wir bedenken, daß sämmtliche Streben nicht nur auf Längenholz stehen, sondern auch nicht gegen einander stoßen: die Strebe c endigt bei d, wo ihr keine andre entgegengesetzt ist, die e und f, und g bis h stehen in der Schwebe, sie finden ihr Widerlager in der rückwirkenden Festigkeit der Säulen. Die Strebe i ist unterstützt, k aber wieder nicht. Die drei mittelsten Verstrebungen ruhen bei l, m und n auf schlecht unterstützten oder getragenen Punkten, weil die drei Hängesäulen o, p, q sich senken können.

Stehen die Hängesäulen, wie hier, nach der Länge des Strebwerkes neben einander, — also nicht nach der Quere — Tiefe —, so müssen sie verzahnt werden; in Fig. 181 wurde solches Verzahnen zwar als fehlerhaft nachgewiesen, jedoch jeder Fehler hat einen anderen im Gefolge. Die Hängesäule o wird nur zur Hälfte von den Streben i, g, e, d getragen, die andere Hälfte dient den Streben r, s, f zur Unterstützung und erhält dadurch das Bestreben des Niedersinkens, dem nun die Verzahnung widerstreben muß. — Die mittelste Hängesäule t allein ist vollkommen Hängesäule, die mit u bezeichneten Hälften haben nicht die Natur derselben, sondern müssen von der ersten Hälfte getragen werden. Die erste Hälfte hat sonach die ganze Last auf sich ruhen. — Diese Hängesäulen unterscheiden sich also wesentlich von den bisher betrachteten.

Der Querbund B ist in seinem Verbande kräftig gehalten, die beiden Bänder v und w sichern ihn genügend gegen Abweichungen vom lothrechten Stande.

Wäre diese Brücke nicht von gewaltig starkem Holze erbaut, so hätte sie längst zusammenbrechen müssen.

An einem Werke, dem vor hundert Jahren und vielleicht noch früher sein Daseyn verliehen ward, kann man

es nicht tadeln, daß es nach den Begriffen der Gegen- Fig.
wart sinn- und hirnlos gebaut wurde, man darf es nicht einmal tadeln, ohne seine Unkenntniß des Entwickelungsganges der Zimmerkunst zu verrathen oder auch sich aller sittlichen Bildung zu entäußern. Wir mit unseren Hülfswissenschaften stehen auf einem ganz anderen, viel höheren Standpunkte als jene ehrbaren Meister, die bei allem Sinnen und Grübeln, elend-mühsam, ohne die Erfahrungen, auf welche wir jetzt fußen, dennoch nur etwas Unvollkommenes, nicht Stand Haltendes erfinden konnten. Die letzt betrachtete Brücke sagt uns vielmehr, daß sie von einem sehr tüchtigen Meister herrühre; bei beiden vorhergehenden kann dies aber nicht der Fall seyn, weil sie noch ziemlich neu sind.

Als eins der besten Muster der neuern Zeit stellt sich in unserer Gegend die Brücke zu Kunitz bei Jena über die Saale dar. Sie wurde zu Anfange des vorigen Jahrze-
hents erbaut und ist in Fig. 264 A, B, C u. s. f. wie- 264.
dergegeben. Ihre Spannung oder Lichtweite beträgt 104′; die Straßbäume liegen zu beiden Seiten doppelt neben einander, so daß der unter A ersichtliche Hängewerksbund viermal vorhanden ist, wie auch der Querschnitt D zeigt. B ist die Balkenlage der Fahrbahn, C die Dachbalkenlage. — Der lothrechte Stand der beiden langen Wände wird durch die Bänder a, a in D bewirkt; die Kreuzbänder zwischen und auf den Balken in B und C verhüten das wagrechte Schwanken. Die Kreuzbänder in B sind in die Balken verzapft und versatzt, die in C sind oben auf die Balken gelegt und eingeplattet; diese wie jene sind unentbehrlich. Sie müssen überhaupt an allen Gebäuden angebracht werden, welche bei schwachem Querbande eine überwiegende Ausdehnung in die Länge haben, als: überbaute Kegelbahnen u. dergl., oder in welchen große leere Räume enthalten sind, als; Trockenhäuser und andere Gerüste; sie bilden unverrück-

bare Dreiecke — wagrecht liegende Verstrebungen — und müssen ihre festen Punkte an bereits gesicherten festen Punkten erhalten. In C müßten also die Kreuzbänder neben den Hängesäulen — wie die punktirten Linien andeuten — liegen, was leider nicht geschehen ist; nur bei b in C stoßen sie auf einen Bundbalken. Auch sind sie sehr lang und deshalb biegsam.

Neben den Hängesäulen liegen immer zwei Balken, welche dieselben — siehe F. — zwischen sich fassen, wie auch bei c in A angedeutet. Das Plattstück ruht in den äußeren Hängesäulen und endigt auf der äußeren Strebe d in A, auf welcher es befestigt ist.

In E ist das Hängeeisen der Hängesäulen dargestellt; jede einzelne Hängesäule hat ein solches.

Baurath Steiner, welcher die Brücke entwarf, stellt ihre Tragfähigkeit folgendermaßen dar:

„Eigenthümliches Gewicht des 104′ schwebenden Theils der Brücke:

Holz	=	69913	Pfunde.
Schiefer	=	27450	„
Eisen	=	4950	„
Kiesboden	=	60900	„
Zusammen	=	121213	Pfunde.

„Von dieser Summe gehen $^{20}/_{104}$ als ablassendes Gegengewicht der Theile ad und bc — (nach G) — ab.

$$\begin{array}{r} 121213 \\ 23310\frac{2}{104} \\ \hline 97902\frac{102}{104} \end{array}$$

Pfund schwebende über das Ganze gleichvertheilte Last, wovon, in Betracht des Drucks im Mittel der Brücke, die Hälfte auf die Ufermauern fällt und mithin nur $48951\,^{1}/_{101}$ durch das freie Tragwerk zu unterstützen sind.“

„Die Widerlagen der Tragwerke liegen in 4 gekuppel-

ten Sehnen oder Straßbäumen, deren jeder an seiner schwächsten Stelle 140□'' Schnittfläche, mithin alle vier zusammen 560□'' enthalten."

„Die Chorde oder Sehne, in der Wirklichkeit 104' lang, kann hier, wo der Scheitelpunkt als horizontal liegender Schluß von 21' Länge, zwischen den Streben inne liegt, nur zu 83' Länge in Rechnung kommen."

„Nach meinen durch Versuche erlangten Erfahrungen rechne ich bei Holzconstructionen, die Erschütterungen ausgesetzt sind, und zwar bei Fichten- und Tannenholze auf jeden Quadratzoll Schnittfläche des der Länge nach im Zuge liegenden Holzes nur 2750 Pfund (in der Ruhe hingegen über das Doppelte); das gibt bei 560□'' einen vollkommen sichern Widerstand gegen einen Seitendruck = 1490000 Pfunde."

„Da nun im vorliegenden Falle der Strebenwinkel auf der Chorde bei (d oder b) = 20 Grad, bei welchem sich die Last zur Schubkraft = 4:5 verhält und von der angezeigten Last der Brücke = 97902 ℔ nur die Hälfte, nach Weglassung des kleinen Bruchs, = 48951 ℔ als Druckpotenz angenommen werden können, und diese nur einen Seitendruck = 48951 · 5/4 = 60839 ℔ ausüben können, so ergibt sich ein Ueberschuß von = 1490000 — 60839 = 1429161 Pfunden."

„Nach **Karnot** ist geschlossen gehende schlagfertig gerüstete Infanterie die größt mögliche Belastung für Brücken, weil auf jeden Quadratfuß Marschfläche 42 Pfund Last komme."

„Nun bietet die kunitzer Brücke 1352□' gangbaren Fußboden dar und kann daher durch Infanterie 516 Zentner 24 Pfund = 56784 Pfund belästigt werden. Von diesem Gewichte wird blos die Hälfte auf das freie Tragwerk wirksam und zwar hier nach dem vorhin angezeigten Verhältniß des Seitendrucks zur Last = 5:4 = 35490, welche Potenz ich, wegen der Erschütterung und dem Druck

durch die Marschschritte doppelt, mithin zu 70980 Pfunden annehme. Wird nun noch diese Potenz von der noch übrigen 1429161 Pfund abgezogen, so bleibt noch immer ein Ueberfluß von Widerlagerkraft 1358181, und an Tragkraft 1358181 · $^4/_5$ = 1086546 Pfund oder 9877 Ctr. 76 Pfund."

"Dieser große Ueberfluß an Tragkraft wird sich verändert darstellen, wenn man erwägt:

1. daß die Elasticität und Festigkeit des Holzes in der Zeit geringer wird;
2. daß die Dachung dem Schnee eine Lagerfläche von 2284□' darbietet; und besonders
3. daß das Gebäude dem Winde, z. B. bei einer Strömung in der Richtung von 20 Graden vom Horizont abwärts eine Stoßfläche von 3100□' entgegenstellt, und daß der daraus erwachsende unberechenbare Druck immer nur auf die entgegenstehende Seite, welcher nur die Hälfte der vorhandenen Tragkraft = 543273 zukommt, wirkt."

"Anmerk. 'Am 8. November 1832 wurde die Brücke von allen während der Errichtung nöthig gewesenen Unterstützungen befreit und sich selbst überlassen. Die Einsenkung, welche man bis zu 6" erwartet hatte, betrug keinen ganzen Zoll."

"Baurath Steiner."

Mag nun die vorstehende Berechnung richtig seyn oder nicht, soviel ist gewiß, daß das eigentliche Spann- oder Strebwerk in sich selbst eine große Stärke besitzt und jeder Belastung, welche der Brücke zu Theil werden kann, vollkommen gewachsen ist. — Da ich sie seit ihrer Erbauung nicht wieder gesehen hatte, sie aber als ein gutes Beispiel im gegenwärtigen Schriftchen zur Nachahmung empfehlen wollte, machte sich's nöthig, sie vorher noch einmal zu besuchen; allein wie sehr staunte ich, sie nach 17 Jahren in einem höchst unerfreulichen Zustande wiedererblicken zu müssen.

Die Fahrbahn ee Fig 264 A hat eine Senkung erlitten, daß die Säulen f, g und h bald aus ihren Zapfenlöchern in Streben und Spannriegel fallen; auch hat sie ihren lothrechten Stand verlassen, nämlich: bei i ist sie, wie der Pfeil bei i in C anzeigt, und bei k in entgegengesetzter Richtung gewichen, so daß das Ausweichen einer Verdrehung gleicht. Dieser Verdrehung konnte vorgebeugt werden, wenn die Bänder a, a des Querverbandes D mit Schrauben an Hängesäulen und Balken befestigt worden wären. Da nun der Querverband des Bundes bl in C nicht gehörig fest war, so konnten auch die Kreuzbänder der Dachbalkenlage nicht den gewünschten Dienst leisten, weil der Bund mn, der als Hängebund belastet ist und sich sogleich auf die Seite neigt, sobald ihm kein kräftiger Verband entgegensteht, seine Wirkung äußerte.

Die Fahrbahn ee in A hat eine zweifache Biegung erlitten, deren eine sich in den beiden Theilen oo und pp bemerklich macht. Die freie Weite von oo und von pp beträgt je 20′, eine Weite, welche für die rückwirkende Festigkeit zu groß ist, obschon jeder der Straßbäume 140□″ Schnittfläche hält. — Die zweite Einbiegung ist durch die Zusammendrückung des Längenholzes entstanden, da, wo die Hängesäulen auf Streben und Spannriegeln ruhen, wie wir es bereits unter Fig. 242 B sahen. Unter den Spannriegeln bei q und q Fig 264 A, welche doppelt über einander liegen, beträgt die Zusammendrückung nahe an 1½ Zolle. Die breiten, schwarzen Fugen unter Spannriegeln und Streben gewähren einen sehr unangenehmen Anblick.

Die Stoßfugen der Streben und Spannriegel haben sich unverändert erhalten; der den Bau ausführende Zimmermeister hat sie mit einer gewissen Feinheit zusammengearbeitet.

Die gußeisernen Gehänse, wie wir sie unter Fig. 252

Fig. u. folg. kennen lernten, mußten hier nothwendigerweise in Anwendung kommen, so daß die Hängesäulen nicht auf dem zusammendrückbaren Längenholze des Strebwerkes, sondern auf festem Eisen saßen. Da, wie z. B. bei q in A, wo die vier Spannriegel und vier Streben zusammenstoßen, muß das Gehäuse ebensowohl oberhalb, als auch unterhalb derselben in die Hängesäulen greifen, damit sie möglichst viel Stirnfläche finden.

So lehrt uns die Erfahrung überall und sagt es uns deutlich und bestimmt, daß unser Bauholz ein sehr weicher Körper sei, daß wir in unseren Verbindungen ihn stets als solchen mit der größten Vorsicht behandeln müssen, ja es wird meinen Schülern nicht als eine Uebertreibung erscheinen, wenn ich sage: wir müssen seine für unsere Verbindungen so nachtheiligen Eigenschaften mit einer gewissen Schlauheit und Zartheit überwinden und unschädlich machen. Lassen wir irgend eine der mehrfach erwähnten Eigenschaften unberücksichtigt, so haben wir gar bald die üblen Folgen bitter zu empfinden. —

Wie nach der einen Seite hin die Vergrößerung des Hängewerkes durch Verstärkung und Vermehrung seiner einzelnen Theile mit Bedachtsamkeit und Sorgfalt bewirkt werden muß, so ist dies nach der andern um so viel mehr erforderlich, als es immer mehr an Höhe, in welcher das Strebwerk angebracht werden kann, abnimmt, da mit jeder folgenden Verringerung der Höhe der Seitenschub der Streben sich ungleich vermehrt. — Je flächer das Hängewerk wird, desto weniger ist es zum Tragen bedeutender Lasten geeignet und desto mehr muß man seine Spannweite der kleinsten Ausdehnung wieder entgegenführen.

Das niedrigste aller Häng- oder Sprengwerke entsteht, wenn der anzuhängende Balken, Träger, oder was es sei, über sich nur so viel Raum hat, als das anzuhängende Stück
265. selbst ausmacht, z. B. Fig 265. Beide Streben stoßen mit

ihren Stirnflächen zusammen, können aber auch einen kur- Fig.
zen Spannriegel zwischen sich fassen. An die Stelle der Hängesäulen treten nun Schraubenbolzen oder Schraubenbänder, deren bei zunehmender Länge des Sprengwerkes mehrere — viele — angebracht werden müssen. — Da die Streben an ihren eigentlichen Fußpunkten a b sehr schwach ausfallen, so gibt man ihnen mehrere Versatzungen, wodurch dem zu tragenden Träger c immer mehr Stirnfläche entgegengesetzt und seine Tragfähigkeit erhöht wird. Er besitzt nun mindestens ebensoviel Tragfähigkeit, als bestände er aus einem Stücke von gleicher Höhe. Seine Tragfähigkeit ist aber größer, als die eines solchen Stückes.

Die Figur 265 leitet uns auf den Begriff des verzahnten Trägers, dessen oberer Theil nicht aus zwei Stücken, sondern nur aus einem genommen wird,
Fig. 266. Die Versatzungen oder Verzahnungen müssen so 266.
weit auseinander stehen, daß der Zusammenhang der Fasern oder Fiebern nicht gestört wird, d. h. daß die Zähne nicht abgesprengt — abgedrückt — werden können. Wie groß nun die Entfernungen d e seyn müssen, richtet sich nach der Spannweite und Belastung, wie auch nach der Güte des Holzes. Gut erwachsenes, feinjähriges, ausgewachsenes Holz wird stets mehr Widerstand leisten, als mastig erwachsenes, knorriges, grobjähriges, junges u. s. f. — Auch hier kann nur vielfältige Anschauung, Beobachtung und Erfahrung maßgebend seyn.

Man hat die Verzahnung auch nach Fig. 267 angeordnet. Die Länge der Zähne h i, i k u. s. f. kömmt der
d e in Fig. 267 gleich. Allein betrachten wir die in Rede 267.
stehende Verzahnung näher, so kann es uns nicht verborgen bleiben, daß ihre Tragfähigkeit nur halb so groß ist, als die der vorigen Figur; denn hat sie einer Last zu widerstehen, so geschieht das Einhaken der Zähne nur bei h, h ... und bei k, k, während die Verhakung bei i nutz-

Fig. los ist. Diese letztre kann nur dann wirksam seyn, wenn die Biegung aufwärts stattfinden soll. Da aber alle Last niederwärts wirkt, so ist eine ihr nicht entgegenwirkende Verzahnung verwerflich.

268. 269. 270. In den Fig 268, 269 und 270 sind drei Träger dargestellt, in denen die Sprengung durch Keile von hartem Holze bewirkt worden ist. Man hat sie außer den gezeigten drei Arten noch gar verschiedenartig behandelt, ja man hat gespielt und getändelt. Nach Art Fig. 270 wurden die Straßbäume der Brücke Fig. 262 ausgeführt, aber der gewünschte Zweck blieb unerreicht. — Bei kleineren Spannweiten mag die Behandlungsart gestattet seyn, bei größeren jedoch schwerlich, zumal wenn sie dem Witterungseinflusse ausgesetzt sind. Der Witteruug unterliegen zwar alle Holzverbände, doch einer mehr oder weniger als der andere. Nach meinen bis jetzt gemachten Erfahrungen ist die Verzahnung von Fig. 266 die stärkste.

Es kann auch wohl vorkommen, daß der Raum für so große Trägerhöhe nicht vorhanden ist oder wegen üblen Aussehens in großen Zimmern hohe Träger vermieden werden müssen, in welchem Falle die Streben, welche in Fig. 265 oben auf dem Träger angebracht sind, an beide Seiten kommen müssen. Man vertieft sie im Träger, und die Schrauben gehen in wagrechter Lage durch Streben und Träger. — Ferner stellt man solche bewaffnete Träger (armirte Träger) her, indem man sie senkrecht ihrer Länge nach trennt, in beide Hälften die Streben einläßt und dann zusammenschraubt.

271. In der neuesten Zeit hat eine Trägerart, Fig. 271 großes Aufsehen erregt und vielfache Anwendung gefunden. — Die aufliegenden Theile a d und b c sind fest verbunden, der tragende Theil a b ist nach oben und unten ausgebogen und wird durch die Spannsäulen e, f, g aus einander gehalten. Die Festigkeit des Trägers beruht

darin, daß der nach unten gebogene Theil von den Spann- Fig
säulen gehindert wird, sich zur geraden Linie emporzuhe-
ben, wenn der obere Theil vermöge seiner Belastung ihn
auszustrecken bemüht ist; das Ausstrecken des oberen Thei-
les durch seinen Seitenschub, und folglich ein Seitenschub
selbst, kann nicht Statt finden, weil die Spannsäulen das
Niedersinken des oberen Theiles nicht zulassen. Die bei-
den Theilen bei Belastung erfolgenden eigenthümlichen Be-
wegungen sind hiernach eine Unmöglichkeit, folglich ist die
Verbindung eine feste. — Also die anschauliche Berechnung
ihres Erfinders.

Aber ob die Verbindung wirklich eine feste sei? muß
dennoch bezweifelt werden. Die Spannsäulen lassen das
Aufsteigen des unteren Theiles und das Niedersinken des
oberen Theiles zwar nicht zu, aber beide können nur mit-
telst ihres Längenholzes auf jene wirken, welche mit ihren
Stirnflächen auf diesem stehen. Die kurzen Spannsäulen
können wohl einen ungeheuren Druck aushalten, aber das
Längenholz wird sich zusammendrücken lassen, die Endpunkte
d und c weiter aus einander gehen, weil sich die Punkte
h und i einander nähern konnten, und somit die Festigkeit
um Vieles geschwächt seyn.

Fragen wir nun nach dem Werthe dieser Verbindung
für die Ausführung, so kann ich denselben durchaus nicht für
so groß erkennen, daß ich in die Behauptung mit einstim-
men möchte: sie werde eine Umgestaltung der Zimmerkunst
nach sich ziehen. — Betrachten wir sie deshalb in irgend
einer Anwendung.

In Fig 272 liegt sie über einer Spannweite von un- 272.
gefähr 54', hat aber noch ein Hängewerk über sich. Die
Figur ist der Querschnitt eines Schuppens auf dem sächs.-
baier. Bahnhofe zu Leipzig, wie solcher zu Anfang des
gegenwärtigen Jahrzehents dort gesehen werden konnte. —
Die Last besteht hier blos in einem Dache, welches mit

Fig. Blech gedeckt ist. Das Ganze ist ein leichtes Bauwerk, wie man sogleich erkennt. — Das Dach wird von einem zweifachen oder vielmehr von zwei ungleichartigen Spannwerken getragen, und man weiß nicht: ob das Hängewerk den gespannten Träger oder dieser das Hängewerk in seiner Dienstverrichtung unterstützen soll. — Die beiden Hängesäulen a und b ruhen durchgängig auf Längenholze, können also nach und nach niedersinken; hiernach empfängt die Mittelsäule mehr Last und ihre Streben wirken bei c und d, wo sie auf doppelt über einander gelegtem Längenholze stehen, zusammendrückend. Was geschieht, wenn bei e und f Zusammendrückungen erfolgen, ist leicht zu ermitteln.

Bei sehr geringer Last ist die Anordnung des Hänge-
273. werkes Fig. 273 ausreichend; bei größerer Last verstärkt
274. man die Streben nach Fig. 274, wie uns bereits hinlänglich bekannt ist. In Fig. 274 ist die Verstärkung der Unterstützungspunkte für die Streben auf zweierlei Weise angedeutet.

Die beiden betrachteten Hängewerke lassen sich, wenn es eben solche seyn müssen, noch vielfach anders gestalten, allein warum greift man bei einem leichten Bauwerke nach schwerfälligen Hülfsmitteln? Und warum ist die Vermischung eine unreine? — — Ein so leichtes Dach ließ sich weit
275. einfacher nach Fig. 275 ausführen. Der Balken wird von den Eisenstücken c und d gegen Einbiegung geschützt. Wie das Hängewerk, falls die Last zu groß für dasselbe wäre, zu verstärken ist, brauche ich nicht zu wiederholen.

Die Verbindung von Fig. 275 ist einfacher, kostet also weniger Holz und Geld, kann vom Zimmermanne gemächlicher und doch schneller! hergestellt werden, macht den zu überbauenden Raum scheinbar höher und wird im Beschauer einen ganz anderen Eindruck hervorbringen.

Wo sind nun die Vorzüge des gespannten Trägers?

— und welche Umwälzung wird er in der Zimmerkunst ver- Fig.
ursachen? —

Wenn ich diese Fragen aufwerfe, so will ich dadurch keineswegs die Zimmerkunst als eine in ihrer Ausbildung vollendete Kunst hinstellen; trotzdem uns aber die Natur im Holze einen sehr unvollkommenen Baustoff liefert, so ist er doch vollkommen genug, daß wir ihn zu den großartigsten Verbindungen gebrauchen können; so eng die Grenzen auch sind, in welche die Natur uns einwies, so sind sie doch weit genug für unser Erfindungsvermögen, daß wir die Verbindungen vom kühnsten Gedanken bis zur gauklerischen Posse herab mit Leichtigkeit bilden und umwandeln können. — Ist hinwiederum die Zimmerkunst eine in ihrer immer schöneren Entfaltung begriffene, bietet sie für Ausbildung und Ausschmückung noch so manches leere oder nicht reichlich genug angebaute Feld dar, so müssen wir je länger, desto mehr mit der gemessensten Behutsamkeit vorwärts schreiten. Nichts ist verderblicher als die Sucht, Neues zu schaffen.

Anhangsweise gebe ich noch eine besondere Anwendung des Hängewerkes, wie dieselbe schon in Fig. 102 angedeutet
wurde. Die Balkendecke aa Fig. 276 muß erhoben werden, 276.
damit der Saal diejenige Höhe erhalte, die man eben wünscht. Der Hauptbalken zwischen bb fällt weg und läßt die Anlage einer Hohlkehle zu. Dicht an jedem Hängewerksbunde liegen zwei Balken, die als Zangen mit Streben und Sparren zusammengeschraubt werden und den Seitenschub aufheben. Die Lichtweite beträgt hier 30′, kann aber bis zu mehreren Spannweiten anwachsen, auch kann die Hohlkehle größer werden, nur sei man auf die Verstärkung der Streben gehörig bedacht, damit der untere Theil derselben, soweit er unter der Zange liegt, sich nicht biege.

Die Weiterbildung der in Fig. 104 angedeuteten Ver-
bindung zeigt Fig. 277; man findet sie an Reithäusern 277.

u. dergl. angewendet; ähnliche Verbindungen sieht man auch an Kuppeln, wie solche im vorigen und auch noch zu Anfange dieses Jahrhunderts auf Kirchen u. s. f. ausgeführt wurden. Der Baumeister suchte seinen größten Ruhm darin, die Verbindung so verwickelt als nur möglich darzustellen, wogegen der Baumeister der Jetztzeit dem Gesetze der größten Einfachheit nachzuforschen hat. Eine vereinfachte Verbindung der Art ist Fig. 277, der Grundriß ist gewöhnlich ein längliches Viereck. Die beiden Dachstuhlsäulen, auf denen die Pfetten ruhen, stoßen in einer doppelten Hängesäule zusammen, die bis zur Zange a a, ebenfalls doppelt, herabreicht. Durch die Zange ist ein festes Dreieck a b a gebildet worden; die Fußpunkte der Streben gegen das Ausweichen zu sichern, machen sich die Zangen c d und e f, welche einfache sind, nöthig; ihre Befestigung ist angedeutet, und schließen sich als feste Dreiecke dem ersten an. Durch die beiden doppelten Zangen g h, g h entstehen wieder feste Dreiecke, welche gleich dem vorhergehenden mehrere kleinere enthalten und durch dieselben an Festigkeit gewinnen.

Der Entwurf derartiger Verbindungen hat durchaus keine Schwierigkeit, man hat nichts als das Biegen der Hölzer zu vermeiden, indem man Zangen einlegt, mit denen man sich gleichzeitig Dreiecke schafft. — Die Zusammendrückbarkeit des Bauholzes kommt hier allerdings auch wieder benachtheiligend in's Spiel, aber das läßt sich einmal nicht ganz beseitigen und wir müssen nur darauf Bedacht nehmen, die Zangen und sonstigen Strebehölzer so lang als möglich hineinzulegen, damit möglichst viel feste Punkte entstehen.

So ist es nun überhaupt mit allen Verbindungen der Zimmerkunst, seien sie groß oder klein; das Gesetz ihrer Befestigung bleibt immer dasselbe.

Man legt zuweilen einen außerordentlichen Werth auf den Bau der Thürme, und wirklich muß man sie auch mit

Ueberlegung bauen; allein wenn wir wissen, worauf es bei Fig.
allen Holzverbindungen überhaupt ankommt, so kann uns dieser Gegenstand gewiß nicht schwierig werden. Ein Thurm ist nichts als ein schmales, hohes Haus, welches entweder ein niedriges oder ein hohes Dach hat. Meistens haben unsere Thürme eine achteckige Grundgestalt, welche aus dem Vierecke entsprungen ist, Fig. 278 A 278.
und B.

Je höher der Thurm, je schlanker seine Verhältnisse desto kräftiger muß sein Verband werden; dies wußten unsere Vorgänger der früheren Jahrhunderte, in denen besonders hoch emporragende Dächer, dem hochaufstrebenden Spitzbogenbaue entsprechend, die Thürme zierten, recht wohl und sie haben dieselben auch von massigem Holze errichtet, ja, die Ausbindung grenzt oft an's Abenteuerliche.

Das untere Viereck a besteht fast immer aus Mauerwerk, daher betrachten wir jetzt nur das Achteck b, sowie das spitze Dach c.

In dem abgebrannten Städtchen Berga wurde in der ersten Hälfte des gegenwärtigen Jahrzehents der Rathhausthurm gebaut. Die beiden achteckigen Stockwerke sollten einen Verband, wie derselbe unter Fig. 279 A dargestellt 279.
ist, erhalten. Das Unzweckmäßige der kleinen einfachen Bänder und Kreuzbänder sieht man sogleich ein; ich machte damals den Vorschlag, den unter D dargestellten Verband zu wählen, wurde aber zurückgewiesen, und es mußte der unter B ausgeführt werden, obgleich er nicht besser ist, als der unter A; denn einer Säule — Ständer — gibt man den festesten Stand, indem man das sie haltende Band mit ihrer Schwelle verbindet, weil dadurch ein unverrückbares Dreieck entsteht. Ueberhaupt taugen die schwebenden Kreuzbänder Nichts. — Der Dachstuhl kömmt der halben Dachhöhe gleich, wie in C ersichtlich ist, und hat in der Hälfte seiner Höhe eine unter I besonders gezeichnete Spann-

riegellage. Die auf dem Dachstuhle ruhende Kehlbalkenlage ist unter K dargestellt. H ist die Dachbalkenlage, G die erste oder unterste Balkenlage, mit welcher die über ihr liegende zweite völlig übereinstimmt, nur daß die inneren Mauerlatten wegfallen.

Die Ausbindung des Dachstuhles — zweimal über einander liegende Kreuzbänder — konnte ebenfalls einfacher und doch stärker seyn.

Ist man nun einmal für die Kreuzbänder eingenommen, so kann man den stärksten Verband nach der unter E gegebenen Art herstellen; die Bänder reichen hoch an den Säulen hinauf und bilden immer ein Dreieck, dessen Grundbreite die ganze Achtecksseite ist. Somit stehen an jeder Ecksäule zwei solche Dreiecke.

Bei allen diesen Kreuzbändern müssen die Zapfen der mit a bezeichneten Stücken auf einander stoßen, damit bei vorkommender Bewegung das durchgehende Stück keine Zusammendrückung zu erleiden hat.

Der wagrechte Verband in den (hier drei) Balkenlagen wird zunächst durch die Balken selbst bewirkt; man legt aber auch noch einen Träger ein, locht wiederum in diesen einen Spannriegel und gibt beiden kleine Eckbänder. In der G liegen vier ganze Balken und zehen Stichbalken, welche letztere, da sie in verschiedenen Richtungen hinauslaufen, an sich selbst schon eine Verstrebung bilden; in H liegen zwei ganze Balken und zwei große Stichbalken, welche vier Wechsel mit je vier Stichbalken tragen; diese Wechsel bilden vier feste Dreiecke und es könnte schon hiernach eine wagrechte Verschiebung nicht Statt finden, doch ist es durchaus nicht unnütz, wenn der wagrechte Verband durch eben erwähnten Träger und Spannriegel gekräftigt wird.

Unzweckmäßig würde seyn, den Dachstuhl, wie in F angedeutet, auszuführen; der unter C besitzt mehr Stand-

haftigkeit und Tragfähigkeit. — In früherer Zeit ließ man den Dachverband bis in die Stockwerke herabreichen, besonders wenn der Thurm eine kleine Grundfläche hatte.

Jenachdem sich nun Gestalt und Größe des Thurmes ändern, wird dies auch mit der Ausbindung — Verband — geschehen. Die Veränderung mag seyn, welche sie nur immer wolle, wir sind stets im Stande, den nothwendigen Anforderungen zu genügen, denn die Beugsamkeit der Zimmerkunst ist unendlich.

Habe ich auch nicht eine große Menge einzelner Fälle aufgeführt, so denke ich doch, meinen Schülern eine gründliche Einsicht in das Wesen des Verbandes der Zimmerkunst, so weit es durch bloße Anschauung möglich war, verschaft zu haben.

Es ist ein dehnbarer, fügsamer Stoff, welcher geeignet ist, jede Anforderung zu erfüllen, ein Stoff, welcher unendlicher Fortbildung fähig ist, und doch beruht er auf den einfachsten Grundsätzen. Diese Einfachheit macht seine Darstellung und Ausführung leicht, und es gehört nichts als gesunder Menschenverstand dazu, bei vorkommenden Verbindungen die rechten Hülfsmittel aufzusuchen und anzuwenden. Ich hätte noch Mancherlei erwähnen können, allein dem Verstande und der Erfindungsgabe des Einzelnen mag auch Etwas zur Bearbeitung übrig bleiben. —

Gehen wir nun zur Betrachtung des Mauerwerkes über, wie sich uns dasselbe im alltäglichen Leben vor Augen stellt und wie wir es in unserem bürgerlichen Bauwesen zu behandeln haben.

Nur flüchtig will ich einige Grundzüge hervorheben, wie ich mir dieselben durch Anschauung zu eigen gemacht habe. — Vielfältig drängte sich mir dabei die Bemerkung auf, daß gerade Das, was am meisten bekannt seyn sollte, aus Unwissenheit oder Leichtfertigkeit am meisten unbeachtet blieb; im gemeinen bürgerlichen Leben, dessen alltägliche

Anforderungen so einfach sind, ist es doch so sehr leicht, die nöthigen Bedürfnisse zu befriedigen und namentlich den dabei nothwendig werdenden Bauwerken die gehörige Standhaftigkeit zu geben. Es ist aber eine ganz eigene Erscheinung, und sie wiederholt sich vielfältig in allen Verhältnissen des menschlichen Lebens, daß man so gern nach dem Fernliegenden hascht und darüber das Gegenwärtige vergißt. Man betrachtet nicht das Naheliegende mit Aufmerksamkeit und Ernst, man untersucht nicht das vor vielen Jahren Ausgeführte, man hält nicht der Mühe werth, Vergleiche anzustellen, Aehnlichkeiten oder Unterschiede zwischen dem Alten und dem Neuen aufzusuchen u. s. f., kurz, man jagt nach einem unbekannten Ziele, man will mit einem Spatenstich den Stein der Weisen heben. Dieses Unbekannte ist der Gewölbebau. Die auf beliebig große Spannweite nöthige Stärke des Gewölbes, sowie das hierzu erforderliche Widerlager sind der Gegenstand der Fragen, welche man so oft hört, und es klingt wirklich spashaft, vernimmt man sie aus dem Munde eines Maurergesellen, von dem man weiß, daß er nie mit der höheren Mathematik zu thun gehabt habe. — Nur des Scherzes wegen verweise ich hierbei auf ein Buch unter dem Titel: Neugegründeter und vollständiger Unterricht in dem Gewölb-Bogen-Bau, gestützt auf Berechnung der Pressungen von Keil zu Keil u. s. f. von Dr. Christian Lebrecht Rösling, Professor der Mathematik, und Carl Wilhelm Rösling, der Architect. Befl. Ulm 1829. Dasselbe ist noch besonders nützlich gemacht durch Beifügung eines deutlichen Werkmeister-Büchleins, welches die durch Rechnungsbeispiele verdeutlichten Regeln für die Beantwortung aller möglichen in der Gewölbbogen-Construction aufgestellten Fragen enthält. In demselben Werke findet man eine genaue Aufzählung der vorzüglichsten Schriftsteller und gewinnt die Ueberzeugung, daß es der neuesten Zeit vorbehalten war,

der Wahrheit etwas näher zu kommen. Es ist aber voll- Fig.
kommen unbrauchbar für den, welcher nicht Mathematik versteht; für diesen sind es nichtssagende Zahlen und todte Buchstaben. Ich werde später wieder darauf zurückkommen.

Jetzt wollen wir die einfachsten Mauerverbindungen anschauen und die allgemeinste Beschaffenheit der hierzu gehörigen Baustoffe in's Auge fassen.

Der Stein, obgleich viel härter und fester als das Holz, ist ein nicht weniger unvollkommener Körper als jenes: er ist zerdrückbar und zerbrechlich. In den vorkommenden Mauerverbindungen müssen seine Eigenschaften wohl berücksichtigt werden, will man nicht sogleich bei der Erbauung ihren frühzeitigen Einsturz in sie hineinpflanzen. Doch nicht allein die Natur der Steine, sondern auch das sie bindende Mittel — der Mörtel — ist in Betracht zu ziehen; derselbe ist anfänglich weich und läßt sich
zusammendrücken, bis er hart geworden. In Fig. 280 sind 280.
drei steinerne Werkstücken auf einander gesetzt und mit den nöthigen Mörtelfugen versehen. Ihre natürliche Schwere allein bewirkt eine Zusammendrückung der beiden Fugen; wird aber in demselben Augenblicke, als das Bauwerk fertig ist, eine fremde große Last wirksam, dann erfolgt die Zusammendrückung nicht nur schneller, sondern sie wird auch stärker, d. h. die Mörtelfuge wird kleiner. — Die Zusammendrückung in den verschiedenen Fugen ist verschieden; denn die Fuge b wird nur von der Last des dritten Körpers gedrückt, während dies bei der Fuge a vom zwei-
ten und dritten gleichzeitig geschieht. — In Fig 281 ist 281.
ein Bauwerk von derselben Höhe errichtet, besteht aber aus vielen Werkstücken. Wenden wir das eben Erkannte hier an, so finden wir, daß die Zusammendrückung der Fugen e und f der in den Fugen a und b gleichkommen muß; die g leidet weniger Pressung als f, jede nach e und

Fig. unter e gelegene immer mehr, die d leidet am meisten. Durch das Zusammendrücken der Fugen verliert das Bauwerk an Höhe, was man Setzen nennt. Dieses Setzen hat oft gar nachtheilige Folgen, zumal wenn es ein ungleiches Setzen ist.

Rücken wir in Gedanken die beiden betrachteten Mauersäulen dicht an einander, damit sie gemeinschaftlich etwas tragen, so werden wir einsehen, daß sie, als ungleichartig zusammengesetzte Körper, durchaus nicht geschickt seyn können, den gewünschten Zweck recht zu erfüllen. Und gerade dieser Punkt ist es, gegen welchen im gemeinen Leben so oft gesündigt wird; an den neuesten Bauwerken sieht man nicht selten dagegen gefehlt. — Einige Beispiele mögen erläuternd folgen.

Die in Rede stehende Erscheinung kömmt an der einfachsten Gartenmauer vor, Fig. 282. Ohne alle Einwirkung
282. fremder Last ist die Mauer vollkommen zerstört, und es ist hieran nichts als das ungleiche Setzen schuld. — Man glaubt, den Mauerecken eine größere Standhaftigkeit zu geben, wenn man sie von größeren Steinen als die übrige Mauer aufführt, bewirkt aber das Gegentheil. Wenn das Setzen der Mauer, also auch ihre Abtrennung unter sich erfolgt ist, so muß man nicht glauben, die Bewegung in ihr sei nun beendigt; die eigentliche zerstörende Bewegung nimmt jetzt erst ihren Anfang. Es liegen und schweben Steine außer allem Verbande in dem entstandenen Risse, es bröckelt Mörtel von ihnen und füllt die unteren geöffneten Fugen, Regen und Schnee werden zu Eis darin, treiben die Fugen weiter auf und so geht es fort, bis einzelne Steinchen fallen, sich auf's Neue einkeilen, die Mauer sich ausbaucht und endlich berstet oder umfällt. Das Alles geht mit außerordentlicher Langsamkeit vor sich, viele Jahre verfließen, ehe der Umsturz erfolgt. Anfänglich war nur ein feiner, dünner Riß bemerkbar, der sich allmählig erweiterte,

aber immer noch sehr klein blieb, bis endlich die feinsten Mörtelbröckchen fallen konnten. Von diesem Augenblicke an ist das Erweitern zur Nothwendigkeit geworden, das Uebel ist nicht mehr zu verhüten. Fig.

Wie viele Häuser sieht man an ihren Ecken und Fenstern zerrissen, wie Fig. 283 und 284, was blos Folge 283.
ungleichen Setzens ist. In Fig. 283 ist nicht allein die Hauptecke, sondern auch das Fenstergewände von größeren Steinen hergestellt. In Fig. 284 ist das Fenster von gan- 284.
zen Werkstücken eingefaßt, welche ihre Höhe gar nicht verändern — sich nicht setzen; da ist das Abtrennen des Mauerwerkes völlig klar. — Ich habe Häuser gesehen, welche von ihrem Grunde bis an's Dach hinauf zerrissen waren, an denen die Risse jedesmal die Fenster- oder Thüreinfassungen suchten. — Beim Zerreißen des Mauerwerkes haben wir dieselbe Erscheinung wie beim Holze, wenn letzteres von der Sonnenhitze zerrissen wird. Befindet sich z. B. ein Bohrloch in demselben, etwa für eine Schraube in einem Träger oder dergleichen, so geht der Riß jedesmal von demselben aus. Man muß also vorsichtig seyn.

Der alte Petersthurm in Weida, welcher auf Felsen gebaut ist, ist seiner ganzen Höhe nach vollständig zerrissen, Fig. 285; der Riß geht von einer Oeffnung zur anderen 285.
und zertheilt sich im Mauerwerke. Das ungleiche Setzen hat hier zunächst die Veranlassung gegeben, indessen hat vorzugsweise der Glockenstuhl durch seine Bewegung zum Zerreißen beigetragen. Beim Läuten der Glocken war zuletzt die Bewegung so stark, daß man das Herabbröckeln des Mörtels sehen konnte; die Erweiterung wurde endlich so merklich, daß man ihr mittelst starker Verankerung entgegentreten mußte. Der Thurm ist mehrere Hundert Jahre alt, aber erst im vorigen Jahrzehent kam sein Bersten zur vollkommenen Ausbildung. Deshalb darf man nicht glauben, es

Fig. sei dieses auch erst in der neueren Zeit entstanden, man hat es nur früher nicht bemerkt.

Am augenscheinlichsten stellte sich der Nachtheil des ungleichen Setzens des Gemäuers an dem in der letzten Hälfte des vorigen Jahrzehnts — wenn ich nicht irre 1836 bis 1837 — erbauten Kirchthurme zu Auerbach heraus. Wie
286. der an der vordersten Seite Fig. 286 angedeutete Riß durch die ganze Höhe des Thurmes geht, so war es auch an den anderen freistehenden Seiten der Fall. Kurz, der Thurm war völlig zersplittert, und die Zeit, die hierzu nöthig war, betrug kaum ein Jahr. Das ist gegen das letztbetrachtete Beispiel ein gewaltiger Unterschied, zu welchem der Grund jedenfalls darin liegt, daß unsere Voreltern langsamer bauten, während wir unsere Gebäude nicht schnell genug hinpflanzen können. Das Mauerwerk des Thurmes Fig. 285 hat höchst wahrscheinlich mehrere Jahre, vielleicht viele Jahre, von seiner Entstehung an bis zur Beendigung Zeit gehabt, sich zu setzen und zu trocknen; trocknes Mauerwerk wird sich zwar auch zusammendrücken lassen, wenn seine Last größer wird, geschieht jedoch langsamer und deshalb in geringerem Maße.

Die Werkstücke an den Ecken des Thurmes Fig. 285
287. sind von Sandstein und haben in Fig. 287 eine deutlichere Darstellung gefunden. Die Steine a und c sind zerbrochen, was nur daher rühren kann, daß das Bruchsteingemäuer sich gesetzt und auf die vorragenden Theile der Werkstücke Druck ausgeübt hat, wie die beiden Pfeile andeuten. Der von b vorragende Theil hat nicht abbrechen können, weil aus dem sich setzenden Mauerwerk zufälliger Weise auf ihn kein Stein hinübergreift und auf ihm ruht. Die Wirkung der Last geht deshalb an b vorbei. — Bei zu großem Drucke werden die Steine nicht blos abgebrochen, sondern
288. sie zersplittern auch — werden zerdrückt — wie Fig. 288 zeigt. Zufälliger Weise kann der Druck an einzelnen Stellen

erhöht werden, z. B. die Sandsteinecke hat ihre eigene Fig.
Last, wie c andeutet, so daß die Steine fest auf einander gedrückt werden; nun wirkt das sich setzende Mauerwerk bei a niederdrückend, bei b findet eine Drehung Statt, wodurch der aufwärts wirkende Druck e erzeugt wird; aus derselben Wirkung entsteht d, und in Folge dessen der bei f. Hiernach ist es augenscheinlich, daß die beiden Werkstücke m und n an ihren äußersten Kanten bei o scharf zusammengepreßt werden, wonach das Zersplittern unausbleiblich ist. — Das Zersplittern der Werkstücke, wie überhaupt aller Steine, welche Lagerfugen in ihrem Gebilde haben, kömmt ferner vor, wenn diese Lagerfugen beim Vermauern nicht wagrecht gelegt werden. Bei unregelmäßig gebrochenen Steinen wird es zuweilen wohl sehr schwierig, in gut wagrecht liegenden Schichten zu mauern, indeß bei hohen Bauwerken, als: mehrstockigen Häusern oder Thürmen, hat man dann vorzüglich darauf zu sehen, daß die Steine nicht
keilförmig in einander zu liegen kommen, Fig. 289, weil 289.
sie bei erfolgender Belastung die unteren aus einander treiben. Hat man einmal keine besseren Steine, so muß man
sie nach Fig. 290 zu legen suchen, so daß der obere Stein 290.
immer wenigstens auf zwei unteren ruht. — Das Anfertigen einer festen Mauer ist die erste Bedingung. Sehr häufig auch sieht man an der äußeren Seite die größten
und schönsten Steine angebracht, wie bei a Fig. 291, 291.
während die innere Seite von kleineren aufgeführt wurde. Die natürliche Folge dieses fehlerhaften Verbandes, wie wir uns schon durch die Zusammenrückung der beiden Fig. 280 und 281 versinnlichten, ist, da ein ungleiches Setzen Statt finden muß, daß sie sich ausbaucht. Diesen Fehler sieht man zu häufig, als daß ich ihn mit Stillschweigen übergehen könnte.

Die Folgen leichtsinniger Arbeit kommen bald; sie kommen um so schneller, in je kürzerer Zeit man eine

Fig. Menge Fehler begeht, oder je öfter sich ein Fehler wiederholt.

An dem Kirchthurme zu Auerbach — Fig. 286 — war das der Fall. Man war nicht mit dem einen Fehler,
292. recht große Eckstücke, siehe Fig. 292 anzubringen, zufrieden, sondern band solche auch weiter in die Mauer hinein. Hätte man dieselben alle quer durch die Mauer, als Binder, gelegt, so hätte man ein großes Uebel gemindert, während es hierdurch vergrößert wurde. Die in Fig. 292 gezeichnete Ecke ist in Fig. 286 mit a bezeichnet; ich habe sie ganz treu wiedergegeben. Die Werkstücke sind von Granit, besitzen also eine ungeheure Festigkeit, die aber dennoch zu schwach war für die auf ihren vorragenden Theilen ruhende Last. — Es macht einen eigenthümlichen, unfreundlichen Eindruck auf den Beschauer, sieht man an einem neuen Bauwerke der Art die ersten Regeln der Stand- und Gleichgewichtslehre so verhöhnt, sieht man die stärksten Werkstücken aus dem festesten Gesteine zerbrochen, als wären es Schwefelhölzchen, kurz, sieht man alle die Folgen großer Unbedachtsamkeit.

Die Ecken dieses Thurmes sind bis an sein Dach in gleicher Weise befestigt (?) worden; oben an den Achtecksseiten sind sie etwas kleiner gehalten, nun aber auch zerbrochen.

Was ich unter Fig. 291 andeutete, ist hier wirklich
293. geschehen; der Thurm hat die Gestalt von Fig. 293 in Jahresfrist bekommen. — Auch hier, wie immer, hat ein Uebel das andere nach sich gezogen. Durch die Erweiterng des Thurmes wurde es den Thür- und Fensterwöl-
294. bungen möglich, Fig. 294, die obersten Gewölbsteine herabsinken zu lassen, um sie bei der nächstfolgenden Ausbeugung noch weiter herabzulassen. Sie wirken als Keile, welche das Bauwerk zertreiben helfen.

Bei der Art der Ausführung des unteren Theiles des

Thurmes ist das darauf befindliche Achteck von nicht geringer Bedeutung. Aus dem Grundrisse sieht man, daß, so wie die beiden vorderen Ecken a und b vom Achteck nichts zu tragen haben, auch die beiden hinteren frei sind, weil nach der Bildung des oberen Thurmtheils die Last desselben in den Punkten c, g, h, i, m, n, o und d wirksam wird, die vier Hauptseiten des Thurmes also in den Breiten cg, hi, mn und od belastet sind; innerhalb des Thurmes würden die vier Achteckseiten gh, im u. s. f. zum Theil unbegründet bleiben, wenn nicht in den Ecken 1, 2, 3, 4 kleine Bogen geschlagen würden, worauf sie ruhen können. Aber diese Bogen leiten die Last ebenfalls nach den Punkten c, g, h u. s. f. — Man sieht also deutlich genug, daß alle vorhandene Last dem Gemäuer aus kleinen Bruchsteinen aufgebürdet ist, die granitnen Werkstücke aber zum Ueberfluß an den Ecken stehen.

Das Zerreißen der Mauern kommt vor, wenn sie auf weichem Grunde stehen; man kann mit dem Stoßen oder Legen des Rostwerkes noch so vorsichtig umgehen, so mißglückt dennoch einmal etwas, wiewohl dies stets vermieden werden soll. Stände z. B. eine Kirche auf weichem Boden, so daß ein Rostwerk nöthig würde, so springt es in die Augen, daß dieses für die Kirche und für den Thurm nicht in gleicher Weise behandelt werden kann. Ich verweise auf Fig. 1, 2, 3. — Zerreißen die Mauern eines auf Rostwerk stehenden Gebäudes, so läßt es sich immer noch eher entschuldigen, als wenn dasselbe, wie Fig. 286, auf zu Tage ausliegenden Felsen steht.

Die Gleichartigkeit und Gleichmäßigkeit des Mauerwerkes sind bei der einfachsten Wand nicht aus den Augen zu verlieren. Wände von gehauenen oder künstlich gemachten Steinen lassen sich zwar um Vieles leichter ausführen, als die von Bruchsteinen, indeß auch sie müssen stets mit der größten Genauigkeit angefertigt werden, und zwar um

Fig. so mehr, je mehr die Wand an Länge und Höhe zunimmt, oder auch je stärker ihre Belastung wird. Wie die Steine unter und über einander liegen müssen, ist wohl bekannt
295. genug; als Regel für den senkrechten Verband gilt: nie Fuge auf Fuge treffen zu lassen. Fig. 295 A und B zeigen zwei der einfachsten Mauerverbände; in beiden ist die Mauerstärke gleich der doppelten Breite einer Mauerziegel, also = 1' angenommen. In A liegen sämmtliche Steine so, daß ihre Länge die Mauerstärke bildet; die lothrechten Fugen werden immer von einem Steine bedeckt. In B ist die erste Schicht wie in A angelegt, die zweite aber wechselt ab, so daß jeder Stein zwei Fugen deckt. In dieser Schicht liegen zwei Steine hinter einander, wie in der Seitenschicht C zu sehen ist, deren Fuge von der folgenden Schicht wieder gedeckt wird. — Die Mauerstärken mögen nun seyn, welche sie nur immer wollen, so ist der Verband stets so einzurichten, daß die Fugen gedeckt werden. Bei den zunehmenden Mauerstärken wird der Verband oft gar künstlich, und es gibt viele Arten desselben.

Mauern, welche sehr hoch sind oder einen großen Druck zu erleiden haben, gibt man eine breite Grundfläche, wie z. B. Fig. 29, wodurch dieselben an Standhaftigkeit gewinnen und die Lastwirkung mehr ausbreiten. Mauern, welche einen einseitigen Druck zu erleiden haben, werden nach Fig. 31 gebildet, und man wendet sie an als Widerlager für Gewölbe u. s. w. Mit größerer Leichtigkeit kann man sie behandeln, d. h. in geringerer Stärke bauen, indem man ihnen Streben — Strebepfeiler — ansetzt, wie Fig.
296. 296 zeigt. Die Größen und Entfernungen der Strebepfeiler a und b hängen von der Höhe der Mauer und dem zu erleidenden Drucke ab. — Im Mittelalter haben sie, gleich dem Gewölbebaue, ihre vollendetste Ausbildung gefunden; ihre Anwendung und Gestaltung war vielfältig. Einige derselben will ich bezeichnen.

In Fig. 297, 298 und 299 sind die Grundrisse gerad- Fig. 297.
fortlaufender Wände, welche bei a einen Seitendruck empfan- 298.
gen; im ersten Falle steht der Strebepfeiler hinter, im zwei- 299.
ten vor, im dritten zu beiden Seiten der Mauer. Die Figuren 300 und 301 stellen rechtwinkliche Ecken vor, welche 300.
in der Richtung b ihren Seitendruck empfangen, wie z. B. 301.
von Kreuzgewölben; im ersten Falle widerstehen demselben zwei Strebepfeiler, im zweiten nur einer, welcher aber dem Drucke gerade entgegensteht. Fig. 302 ist nichts als 302.
die Wiederholung der Fig. 301, deren Anwendung wir zunächst an Kirchen und Domen des Mittelalters finden.

In diesen Strebepfeilern muß der Verband der Mauersteine mit großer Genauigkeit hergestellt werden. Bei Mauern, welche nur eine lothrechte Last zu tragen haben, macht es nicht viel aus, wenn der Verband nicht vollkommen und gut ausfällt, wiewohl eine solche Nachlässigkeit dennoch nie gestattet werden kann.

Die äußere Behandlung der Strebepfeiler ist verschieden; betrachten wir das Wesentlichste derselben. — Fig. 303 ist die einfachste Gestalt; bei a, oder auch etwas tie- 303.
fer, entspringt das Gewölbe mit seinem hochaufsteigenden Bogen. Fig. 304 hat bei etwas schlankerem Verhältniß 304.
nach unten eine Verbreiterung erhalten. Fig. 305 erhielt 305.
bei noch größerer Höhe auch mehr Breite, und nähert sich in seiner allgemeinsten Form dem Dreiecke.

Die Verstärkung der Strebepfeiler beruht hauptsächlich in der Verbreiterung der Grundfläche, doch gibt es auch ein zweites Mittel, welches in der B e l a s t u n g des Strebepfeilers besteht und eine immer schlankere Anlage derselben möglich macht.

In den bisher betrachteten Beispielen steht der Strebepfeiler unmittelbar an der das Gewölbe tragenden Wand, in Fig 306 aber ist er von derselben entfernt. Die Ent- 306.
fernung beträgt hier 17 Fuß, die Mauerstärke, worauf der

Fig. leidende Strebepfeiler ruht, ist 4 bis 5 Fuß, ebenso stark die Mauer, welche das Gewölbe trägt. Das Gewölbe erhebt sich im Innern des Gebäudes in der Höhe bei a, dem den Seitenschub fortleitenden Bogen gegenüber; der Strebebogen mit seinem Pfeiler steht frei über dem Dache des Nebenschiffes der Kirche. Der Strebepfeiler ist mit der Umfassungswand verbunden und hat einen verzierten Aufsatz erhalten. — Die Behandlung in der Ausführung und Verzierung ist unendlich mannichfach, und wir finden auch hier dieselbe Verschiedenheit, die sich uns an den Bauten des Mittelalters überhaupt darbietet. Der geringste Gegenstand wurde von dem Baumeister jener Zeit mit gleichem Ernste behandelt und durchgängig bewundern wir das hochausgebildete Erfindungsvermögen desselben, sowie seine künstlichen und sehr klugen Berechnungen, welche sich, da die Mathematik damals noch tief stand, lediglich auf Erfahrung und ein richtiges Gefühl stützten. Die Arbeiten selbst sind mit der größten Genauigkeit hergestellt, der Verband der Mauern ist kräftig, die Deckung der Fugen stets berücksichtigt und schwache, leidende Stellen sind durch eiserne Klammern u. s. f. verstärkt. — Der Verband des Strebebogens selbst ist einfach, der Bogen endet bei a an einem Steine, welcher ihm eine winkelrechte Fläche entgegen hält und häufig dem inneren Gewölbe als Kragstein dient. Nach der Spannweite des Kreuzgewölbes richtet sich die Entfernung der Pfeiler von einander.

Es ist klar, daß der Strebepfeiler eine um so ausgedehntere Grundfläche erhalten müsse, je größer der auf ihn
307. kommende Druck ist. Fig. 307 sei ein Strebepfeiler, auf welchen eine Last in der Richtung a p einwirke. Diese Last mag seyn, welche sie nur immer wolle, so ist sie nicht im Stande, ihn in seiner Stellung zu verändern, ausgenommen sie könne ihn ihrer Größe wegen zermalmen. Sie kann deshalb nicht nachtheilig werden, weil die Richtungslinie ap

innerhalb der Grundfläche des Pfeilers liegt und der senk- Fig.
rechte Druck gegen den wagrechten, welche beide zu gleicher Zeit fühlbar werden, vorherschend oder überwiegend ist. — Käme dagegen die Last in der Richtung c m, so würde der Strebpfeiler umgeworfen werden, wenn diese eben groß genug wäre; der Punkt n wäre der Drehungspunkt. Die eben bezeichnete Richtungslinie geht nicht allein über die Grundfläche des Strebepfeilers, sondern auch hoch über seinem Schwerpunkte o hinweg. — Eine in der Richtung b n einwirkende Last steht mit dem Strebepfeiler eben noch im Gleichgewichte, sie erreicht in n das Ende der Grundfläche und geht durch den Schwerpunkt. Die geringste Abweichung nach x hinaus hebt das Gleichgewicht auf. —

In dem soeben Erklärten besteht das Wesen der Strebepfeiler, welches wir nun an einigen Beispielen näher anschauen wollen.

Wirkt auf den Strebepfeiler Fig. 308 eine Last in der Rich- 308.
tung c m, so hat man zu untersuchen ob dieselbe klein oder groß sei; denn nach ihrer Größe richtet sich die Größe des Strebepfeilers. Ist sie klein und namentlich kleiner als die Last des Strebepfeilers, so verliert sich ihre Wirkung in diesem. — Ist sie groß, namentlich größer als die Last des Strebepfeilers, so überwältigt sie diesen, wenn er nicht in der Richtung c m vergrößert — verlängert — wird. Jenachdem nun die Last groß ist, wird der Strebepfeiler lang und er verliert seine ursprüngliche Gestalt um so mehr, je größer die einwirkende Last wird. Jede Verlängerung nach g, h, i und weiter hinaus kräftigt ihn, und er wird unüberwindlich, wenn er die Gestalt des Dreiecks erreicht. Bei bedeutend großen Lasten führt man ihn noch tief in die Erde hinein, bis ein fester Baugrund erreicht worden ist. — Fester Baugrund ist überhaupt für jegliches Bauwerk nothwendig. Der Begriff desselben, so wandelbar er auch seyn mag, läßt sich bald gewinnen; man schaue nur recht emsig hinein in

Fig. die Erde, wenn Grund gegraben wird, und beobachte hernach den Stand des Gebäudes.

Wirkt eine gleichgroße Last in der Mitte des Strebe-
309. pfeilers, Fig. 309, ein und wäre vermögend, ihn umzudrücken, so zeigt uns die Richtungslinie c m, wie der Pfeiler zu verstärken sei. — Je weiter der Angriffspunkt b nach a herabsinkt, desto unwirksamer wird die Last. Das Dreieck b m a wird immer kleiner.

Das widerstehende, den Strebepfeiler verstärkende Dreieck kann im letzteren Falle noch kleiner, als b m a angibt, werden, weil der Theil b h g d als Last die von c kommende Wirkung mindert. — Je höher deshalb der Theil b d ist, desto schwächer kann der Strebepfeiler seyn und umgekehrt: je schwächer ein Strebepfeiler angelegt wird, desto mehr Höhe muß er erhalten. — Jeder seitwärts wirkenden Last müssen also Lasten entgegengesetzt werden, welche entweder die Wirkung in ihrer ursprünglichen Richtung fortpflanzen oder durch ihr größeres senkrecht abwärts wirkendes Gewicht den Seitenschub vernichten.

Beide Mittel sind in der Mauerkunst von gleich großer Wichtigkeit, da beide Anwendung finden, öfters auch gleichzeitig angewendet werden müssen.

Der gemauerte Strebepfeiler unterscheidet sich von dem widerstrebenden Dreieck der Zimmerkunst wesentlich dadurch, daß jenes, wenn seine drei Ecken fest verbunden sind, ein Ganzes ist, dieser aber aus einer Menge kleiner Theile — Steinen oder größeren Werkstücken — besteht, welche durch den Mörtel und ihre eigene Last erst ein Ganzes bilden. Man hat demnach bei der Herstellung desselben große Aufmerksamkeit auf einen guten Mörtel und kräftigen Verband seiner einzelnen Theile zu richten.

Die Verstärkung des Strebepfeilers durch Verlängerung seiner Grundfläche ist zu einfach, als daß mehr darüber zu sagen nothwendig wäre, dagegen will ich die Ver-

stärkung durch Lastauflegen zur näheren Anschauung brin- Fig.
gen. Es ist ein Fadenspiel, welches man an jeder senk-
rechten Wand vornehmen kann.

Man befestige im Punkte a Fig 310 einen Faden, 310.
binde ein Gewicht an ihn und lasse ihn frei hangen. Die-
ses angehängte Gewicht denke man sich als Last im Punkte a wirksam. Nun nehme man eine zweite wirksame Last, wie hier in d, an, welche in irgend einem Punkte des Fadens a c, hier in b, einfällt. Im Punkte b knüpfe man einen zweiten Faden an, welcher in der Richtung d b bei e über eine Rolle geht und mit einer Last f frei herabhängt. Diese Last f, wenn sie nicht allzuklein ist, wird den Faden a c, das ist die Lastwirkung von a, in eine andere Lage bringen; der Punkt b nämlich geht nach g herüber und der Faden hängt von da nach h herab. Der Faden b e f hat nun die Lage g e i. — Wird die Last f überwiegend größer als c, so nimmt der Faden die Lage a k e m an, und der Theil b c hängt nach k l herab. — Es ist wohl einzusehen, daß die Richtung d b in die mannichfaltigsten Lagen oder Neigungswinkel gebracht, die Lasten c und f in den verschiedensten Größen und endlich der Punkt b in jeder beliebigen Höhe angenommen werden können.

Betrachten wir die Verbindung beider Fäden, nach welcher sich der Punkt b in g befindet, so heißt das nichts Anderes, als: die Wirkung beider Lasten nimmt die Richtung a g an. Diese Richtung aber müssen wir vom Punkte b ausgehend uns denken, also in b n, und nun kömmt es darauf an, ob dieser Punkt n, wie z. B. der p in Fig. 307, innerhalb oder außerhalb der Grundfläche des Strebepfeilers liegt.

Das beschriebene Fadenspiel gibt uns einen annähernden Begriff von der Wirkung zusammenfließender Lasten; richtig ist es nicht, es ist zu unvollkommen. — Ebenso annähernd ist das Verfahren vom Aufsuchen des Lastenviereckes, wie wir es unter Fig. 118 u. a. kennen gelernt ha-

Fig. ben, hier aber ebenfalls nicht mehr zulänglich, da der steinerne Strebepfeiler von ganz anderer Beschaffenheit ist, als die hölzerne Strebe. In der Mauer ändert sich die Lastwirkungsrichtung in jeder folgenden Steinschicht, man kann sagen: in jedem Augenblicke. Es sei an dem Strebepfeiler
311. a b c d Fig 311 im Punkte e eine Last wirksam, welche sich durch das Viereck e f g h ausdrücken läßt und in ihrer neuen Richtung nach i ginge, also außerhalb der Grundfläche a d läge, folglich der Pfeiler umfallen müßte. Aber er fällt nicht um, wie wir sogleich einsehen, wenn wir mit demselben Linienspiele in ihn hineingehen. Errichten wir im Punkte k ein zweites Lastenviereck, so ändert sich die Lastwirkungsrichtung abermals. Dem neuen Vierecke gab ich in diesem Falle das Verhältniß 1:2, wonach die Richtung k a entstand, also im Endpunkte der Grundfläche einfiel. — Links vom Punkte k finden wir noch eine Mauersäule a k l b, welche wiederum die Lastwirkungsrichtung ändert, hier also innerhalb der Grundfläche endet. — Die Lastwirkungsrichtung bildet sonach eine krumme Linie, welche, je weiter sie in den Strebepfeiler hineingeht, sich der senkrechten Linie anschließt, jedoch nicht eher in dieselbe übergeht, als sie von der senkrechten Lastwirkung überwunden wird.

Hierbei muß man ferner bedenken, daß die von f kommende Lastwirkung, sobald sie den Punkt e überschritten hat, geschwächt worden ist, daß diese Schwächung aber immer größer wird, je weiter sie in den Strebepfeiler hineinzudringen vermag und daß, sowie sie von einer Mauersäule niederwärts gedrückt wird, ihr schon wieder eine höhere im nächsten Augenblicke entgegensteht. — Die in einen Strebepfeiler eindringende Lastwirkung ist zwei Flüssen zu vergleichen, von denen einer getrübt ist, oder überhaupt zwei zu vermischenden Farben; die mächtigere wird jederzeit vorherrschen.

Das Gewicht eines Strebepfeilers läßt sich sehr leicht

berechnen, sobald man nur weiß, wie schwer ein Würfelfuß wiegt; anders aber ist es mit der auf ihn einwirkenden von Gewölben herrührenden Lastwirkung.

Es ist nicht mein Wille, eine vollkommene Zerlegung der Lehre vom Gewölbebau zu geben, sondern ich will nur die vergleichende Nebeneinanderstellung des Hängewerkes und des Gewölbes flüchtig zeichnen. Man erwarte deshalb nicht eine mathematische Bearbeitung, wie solche von den Herren Rösling u. A. gegeben wurde, wie sie nur der Gelehrte geben kann und nur vom Gelehrten verstanden wird. Mit solchen Auseinandersetzungen ist dem gewöhnlichen Meister, der, wenn er mit dem 15. Lebensjahre die Volksschule verlassen, eine dreijährige Lehrzeit durchgemacht, als Geselle die Welt besuchen mußte und nebenbei zuweilen einigen Unterricht nahm, gar nichts gedient; denn in den wenigen Wochen, welche er zur Winterzeit auf seine Vorbereitung zum Meisterwerden verwenden kann, hat er nothwendigere Gegenstände zu bearbeiten, als das ausgedehnte Gebiet der Mathematik, wozu Jahre erforderlich sind, zu durchforschen. Auch wird in der Volksschule gar nichts oder doch nur sehr wenig von mathematischem Unterrichte gefunden, der Sinn dafür wird nicht geweckt, und es ist auch nicht möglich, daß dieser Theil des menschlichen Wissens sich zur allgemeinen Benutzung ausbreiten lasse; es wird dieses gelehrte Fach stets nur Wenigen zugänglich seyn. Aber ein großes Verdienst erwerben sich diese Hochbegabten, wenn sie das auf diesem Wege Erforschte in eine gemeinverständliche Sprache übersetzen.

Ich wende mich zurück zu der Vergleichung, die ich am Eingange dieses Werks andeutete und bei der Bearbeitung des Stoffes, welchen ich in Betrachtung zog, stets vor Augen hatte.

Der Kreis ist die einfachste der regelmäßigen krummen

Fig. Linien, daher das Halbkreisgewölbe in der Lehre vom Gewölbebaue den Anfang macht. Man erklärt an ihm, daß,
312. wenn er wie Fig. 312 aus vier Stücken ab, bc, cd, de besteht und keine Widerlager hat, seine obersten Theile herabsinken und Seitenschub nach den beiden Richtungen fb und fd ausübe, die beiden unteren Stücke ab und ed
313. wegdrücke und also einstürze, wie Fig. 313 darstellt. Der Augenschein lehrt und die Erfahrung bestätigt es, daß der größte Seitenschub in den obersten Gewölbschichten erzeugt wird; je mehr die Gewölbschichten den Punkten b und d sich nähern, desto geringer wird der Seitenschub. In den untersten Schichten ist der senkrechte Druck vorherrschend und man nennt sie deshalb die ruhigen Schichten; sie reichen ungefähr bis b und d hinauf.

Aus dieser Betrachtung gehen drei sehr wichtige Sätze hervor: 1) das nach dem Halbkreis gebildete Gewölbe muß Widerlager erhalten, wie durch die Lastwirkungsrichtungen fd und fb angedeutet wird; 2) ein Gewölbe, nach einem Kreisstücke wie bcd überdeckt, muß eben solche Widerlager erhalten, welche um so stärker angelegt werden müssen, je flacher die Wölbungslinie ist, und 3) ein Gewölbe, zusammengesetzt aus den Kreisstücken ab und ad, braucht die geringsten Widerlagstärken und besitzt die größte Tragfähigkeit. — Wir erkennen hier dieselben Grundsätze, wie wir sie an den Strebebändern des Zimmerverbandes fanden.

Die Oertlichkeit und der Zweck eines Bauwerkes, welche die Anlage, Einrichtung und Ausführung desselben bedingen, werden stets maßgebend seyn, zu welcher Bogen-
314. art der Baumeister greifen muß. — In Fig. 314 ist das
315. Halbkreisgewölbe, in Fig. 315 das Stichbogengewölbe, in
316. Fig. 316 das Spitzbogengewölbe dargestellt. Die Gestalt des ersten ist unveränderlich, die beiden folgenden jedoch lassen die verschiedensten Abweichungen zu. Der flache Bogen Fig. 315 ist hier so angelegt, daß bac ein rechter

Winkel ist, man nimmt jedoch auch die Spannweite b c Fig.
als Halbmesser an, wonach der Mittelpunkt bei d entsteht und der Scheitel tiefer nach e herabsinkt. — In Fig. 316 ist a b Halbmesser; man findet ihn außerdem in den verschiedensten Abstufungen größer oder kleiner als a b.

Der bloße Augenschein zeigt uns, welcher dieser Bögen die stärksten Widerlager braucht und welcher die größte Tragfähigkeit besitzt.

Außer den drei betrachteten gibt es noch eine unendliche Menge gedrückter und erhöhter Gewölbebögen, als: ellipsenförmige und ellipsenähnliche, Korblinien, Kettenlinien u. s. f., von denen die letztgenannte als die zum Gewölbebau geeignetste schon seit sehr langer Zeit dargestellt, jedoch sehr wenig angewendet worden ist *).

Der Gewölbebau in unseren bürgerlichen Wohn- und anderen Häusern ist höchst einfach, und die hier geltenden Gesetze sind mit wenigen Worten gesagt.

Zunächst erblicken wir die Gewölbbögen über Fenstern, Thüren und Thoren. Sie sind sehr verschiedenartig gestaltet und behandelt, indem sie vom Halbkreise in den flachen Bogen übergehen, häufiger aber geradlinig sind, so lange die Spannweite nicht allzu groß wird. Fig. 317, 318 317.
und 319 zeigen die gedachten drei Ueberdeckungen. — Das 318. 319.
Verhalten der senkrechten und schiefen Lastwirkung lehrt der Anblick; die schiefe Lastwirkung oder der Seitendruck ist in Fig 318 größer als in Fig. 317, in Fig. 319 ist er größer als in Fig. 318. — Auf welche Weise Fenster und Thüren überwölbt werden mögen, so ist der Seitendruck ihrer Gewölbe doch selten dem Gebäude nachtheilig, weil stets mehrere Fuße starke oder breite Pfeiler zwischen ihnen stehen, also hinlänglich starke Widerlager bilden, deren

*) In der in der Mitte des 18. Jahrhunderts zu Mainz erbauten Peterskirche ist sie z. B. in Anwendung gekommen.

Fig. Widerstandsfähigkeit durch die auf ihnen ruhende Last noch erhöht wird. — Die drei in Rede stehenden Fenster- oder Thürüberwölbungen sind in Bruchsteingemäuer von Mauerziegeln — gebrannten Backsteinen — hergestellt; ihre Behandlung ist ersichtlich und ihr ganzes Wesen ist sehr einfach. Zu bemerken ist jedoch, daß bei jedem Gewölbe, so auch schon hier, obgleich dies die geringste Spannweite ist, ein guter, kräftiger Verband der Wölbsteine schlechterdings berücksichtigt werden muß, damit der hier sichtbare äußere Bogen mit dem innerlichen Laibungsbogen in engster Verbindung stehe und mit diesem gemeinschaftlich die aufgelegte Last trage.

Wenn die wagrechte Ueberdeckung Fig. 319 eine zu große Last tragen muß, dann verstärkt man dieselbe, wie
320. Fig. 320 zeigt. Bei dieser kleinen Spannweite war es nicht nothwendig, beiden über einander stehenden Bogen Verbindung unter sich zu geben; jedoch bei größeren darf dies nicht unterlassen werden.

Die Herstellung der Thorbögen hat keine Schwierigkeit, indessen sieht man häufig gegen die Anlage der Widerlager
321. gefehlt, wie z. B. in Fig. 321 gezeigt ist. Diesen Fall sah ich 1836 zu Neustadt a. d. Orla. Das Gebäude war noch nicht halb vollendet, als auch schon der durch den Pfeiler c belastete Bogen seine Wirkung nach a hinaus äußerte und sich daselbst durch Risse bemerkbar machte. Nach d hin konnte das Widerlager nicht ausweichen, weil dort die fortlaufende Vorderwand genugsamen Widerstand leistete. Der Eckpfeiler b verstärkt zwar das Widerlager a, allein die Last des Pfeilers c ist größer, daher der Seitenschub üble Folgen haben mußte. — Es gibt allerdings Fälle, in welchen solche garstige Fenster- und Thüreintheitheilungen durchaus nicht vermieden werden können, indem sich der Baumeister in Grillen und Launen des Bauenden fügen muß, öfters aber ist auch der zu beschränkte

Bauplatz schuld, daß man bei dergleichen Anordnungen Fig.
stehen bleiben muß. — Kann man sich in keiner Weise anders einrichten, so muß man das Gewölbe, welcher Art es auch sei, ankern.

Den Halbkreisbogen, wie wir ihn unter Fig. 312 betrachten, ankert man am bequemsten in den beiden Punkten a und b Fig. 322. Dergleichen freistehende Bögen kommen 322.
jedoch selten vor; wir sehen sie inzwischen als Thorfahrten an Gehöften wie Fig. 323. In solchen Einfahrten kann 323.
man freilich keinen Anker anbringen, wohl aber die Verstärkung des Widerlagers von d herauf ermöglichen. — Hier kömmt es nicht darauf an, das genauste oder kleinste Maß für das Widerlager zu bestimmen, vielmehr handelt es sich nur darum, die Standhaftigkeit zu erzielen, die man bei der oberflächlichsten Betrachtung sofort erreicht, wenn man nur ungefähr weiß, nach welcher Richtung der Seitendruck erfolgen wird. — Setzen wir hiernach bei d einen Strebepfeiler an, so wird der Seitendruck gehoben seyn, oder nehmen wir sogleich die Thorpfeiler etwas breiter, oder belasten wir dieselben bei ihrer jetzigen Stärke. — Das gute Aussehen läßt sich schon bewirken.

Im flachen Bogen, nach welchem öfters Zimmer u. s. f überwölbt werden, bringt man den Anker am Balken an, siehe Fig. 324. — Die Gestalt und Behandlung der 324.
eisernen Anker sind mannichfach. — Auch legt man bei so flachen Gewölben längs der Widerlagsmauern in geregelten Abmessungen Strebepfeiler innerlich oder äußerlich an, die schön verziert, und mit besonderen Gurtbögen, welche die oben befindlichen Lasten auf sich nehmen müssen, in Verbindung bringt.

Was in einem aus Fachwerk erbauten Hause die gesprengte Wand oder das im Dachraume stehende Hängewerk bei nicht unterstützten Wänden thun muß, das vertrauet man im massiven Gebäude dem Gurtbogen an, wel-

Fig. cher nach Umständen mit Strebepfeilern versehen werden muß. — Die Erfahrung bleibt stets die beste Lehrerin; aus ihr ist je das wissenschaftliche Lehrgebäude erst entsprungen.

Bei der Anwendung der Gurtbögen hat man ferner Acht zu geben, daß man sie nicht einseitig belaste, wie
325. in Fig. 325 geschehen. Hier ist es keinem Zweifel unterworfen, daß der Bogen zusammenstürze, selbst wenn er noch so gut gearbeitet und noch so tüchtig geankert ist. Die Last von a drückt ihn auf dieser Seite nieder, wodurch er bei b gehoben und aus seinem Verbande gebracht wird. — Wir finden hier dasselbe Verhalten und dieselben Folgen, wie wir sie bei dem einseitig belasteten Hängewerke erkannten. — Wir müssen beim Entwerfen solcher massiven Gebände stets darauf denken, daß die Wände eines oberen Stockwerks keine einseitige Belastung erzeugen.

Noch habe ich zu erinnern, daß bei ganzen Bogenstellungen, wo ein Bogen dem andern seinen Seitenschub mittheilt, stets gleiche Bögen neben einander hin geordnet werden müssen. Gegen diese Regel wurde z. B. in der Großherzogl. Gruft zu Weimar gefehlt, indem dort unge-
326. fähr nach Fig. 326 gebaut wurde. Dem flachen Bogen zu beiden Seiten stehen Kreisbögen, welche einen weit geringeren Seitenschub ausüben als jener, also auch nicht genug Widerstand leisten können, wie der Erfolg bestätigte. Zudem kömmt noch in Betracht, daß der Seitenschub des flachen Bogens bei a, der des Kreisbogens viel höher oben bei b wirksam ist. — Sobald man die Folgen gewahrte, wurden die flachen Bogen c eingebracht, durch welche die Bogenstellung in Ruhe kam.

Die Bogenstellungen der mittelalterlichen Bauten sind fast ohne Ausnahme nach diesem Gesetze gearbeitet, es mochte im byzantinischen oder dem späteren deutschen Kunstgeschmacke seyn. Und eben hierein liegt das großartige,

hohe Gepräge der Denkmäler jener Zeit. Es ist auch dieses ein einfaches Gesetz, der einfachste Verstand kann es begreifen, aber man sieht und beachtet es nicht, weil man nach einem weit höheren jagen zu müssen vermeint. Es liegt dem Künstler so nahe, wie dem Menschen das einfache Wort Gottes, — aber man will es weder sehen, noch hören. — In der Einfachheit des Gesetzes liegt seine unendliche Hoheit, in der Einfachheit beruht die ganze Schöpfung, in der Einfachheit lebt der Mensch am glücklichsten und seine Werke sind die herrlichsten. — Abweichung von der Einfachheit erzeugt Verwirrung, Niedergeschlagenheit, Gemeinheit, Zerstörung.

Wie traurig anzusehen ist das Bemühen der Meister, die die göttliche Einfachheit mit Füßen stoßen und lieber die verrücktesten Zusammensetzungen zu erfinden sich bemühen, wodurch sie ebenso sehr gegen die Stand- und Gleichgewichtslehre, den rechten Einklang und das schöne Ebenmaß, als gegen sich selbst sündigen; denn sie schaffen Etwas, was nicht ihrem wahren Gefühle entsprungen ist, was die Welt in wenig Jahren als veraltet betrachtet.

Man suche ein anderes oder wenn es nicht möglich ist, so nehme man dasselbe einfache Gesetz und lege dazu den Sinn der gegenwärtigen mit Sicherheit immer weiter greifenden Bestrebungen der Völker, so wird man etwas Bleibendes schaffen, so wird man einen neuen Sammelort für den deutschen Kunstgeschmack bestimmen. Es war dies, wie mir scheint, auch noch nie so nothwendig, als in diesem Augenblicke, wo von den Tausenden der Künstler jeder seinen eignen Weg einschlägt.

In den Baudenkmalen des Mittelalters finden wir eine so durchgreifende Uebereinstimmung, und der Sinn und die Ausführung derselben ist so einfach, daß wir dieselben anstaunen und bewundern. Wir können uns in ihnen

nicht sogleich zurecht finden, weil wir selbst nicht mehr zur Einfachheit erzogen wurden, uns mangelt sogar die schöne, schlichte Einfachheit des inwendigen Menschen; unsre Sitten, unser Glauben sind weit verschieden von denen jener Meister. Wir sind unbeständig, flattern von einem Gedanken zum andern, aber einen großen Grundgedanken, in welchem göttliche Einfachheit und Wahrheit liegt, vermögen wir weder zu fassen, noch festzuhalten und auszubauen zu einem neuen Volks- und Gotteshause, welches Trotz bietet den Stürmen der Zeit, von wannen sie auch kommen.

Der Gewölbebau des Mittelalters steht in zahlreichen Mustern noch wohl erhalten vor unserem Auge und seine Untersuchuug wird uns leicht. Nur ein flüchtiger Blick dorthin sei uns jetzt gegönnt. — Am einfachsten sehen wir den Gewölbebau in den älteren, einfacheren Kirchen, welche, ohne Seitenschiffe, bei einer Lichtweite von 40 oder mehr Fuß, 4 bis 5 Fuß starke Umfassungswände haben, an denen sich eben so weit vorspringende Strebepfeiler befinden. Das Gewölbe ist Kreuzgewölbe mit vorspringenden Rippen oder Gräthen aus Sandstein, deren Felder oder Schilder, jedes für sich allein bestehend, mit Backsteinen zugewölbt ist. Diese Rippen durchkreuzen sich in späterer Zeit auf die mannichfaltigste Weise, sie bilden Sterne und Rosetten, und ihre wohlgelungenen Gestalten, ihre ausgezeichnete Bearbeitung heben des Eintretenden Auge empor und leiten seine Gedanken unwillkürlich zum himmlischen Vater hinüber.

An beiden vorderen Ecken stehen die Strebepfeiler nach Fig. 301, die folgenden nach Fig. 297, 298 oder 299. Die Entfernung der letzteren von einander kömmt von Mittel zu Mittel der Lichtweite gleich, weil das Kreuzgewölbe im Grundrisse ein gleichseitiges Viereck ist. — Am meisten

lagen drei solcher Vierecke hinter einander, doch ging man Fig.
später davon ab. — Hierauf folgte der Raum für den Altar; derselbe hat etwas weniger Lichtweite, besteht wieder aus drei Kreuzgewölben und schließt sich nach Fig. 302.

Die größeren Kirchen erhielten Seitenschiffe, deren Kreuzgewölbe ebenfalls gleichseitige Vierecke im Grundrisse bildeten, wie Fig. 327 zeigt. Das Mittelschiff kömmt an 327.
Breite beiden Seitenschiffen gleich, ihre Wölbungen stehen sonach im besten Einklange. Fig 328 ist der Querdurch- 328.
schnitt.

Dies war ungefähr der leitende Gedanke, man blieb ihm treu und der schaffende, bildende Geist des Künstlers trieb ein reiches Spiel mit ihm.

Ich wiederhole es, daß der Gewölbebau des Mittelalters eine vollendete Kühnheit und Schönheit erlangte, und wir ihn keineswegs mit Unrecht, in Erwägung unsrer menschlichen Macht, mit dem Baue des Himmelsgewölbes vergleichen, ohne daß jene Baumeister in ihrer wissenschaftlichen Kenntniß der Mathematik eben sehr hoch standen. Vieljährige Erfahrungen und angestrengte Beobachtungen machten sie zu den hochachtbaren Männern, als welche wir sie jetzt noch verehren.

Und was kann man nun Euch, die Ihr Euch dem Baufache widmet, Besseres rathen, als daß Ihr hingehet zu den Meisterwerken, sie Euch zu betrachten durch und durch, zu messen, zu prüfen und zu vergleichen, nicht aber der wissenschaftlichen Lehre allein Euch anzuvertrauen; denn die Stubengelahrtheit, wie groß sie auch sei, hat keinen Werth, so lange sie nicht von der Lebenserfahrung getragen wird.

Habt Ihr Euch durch Untersuchungen und Versuche eine genaue Einsicht in das Wesen des Gewölbebaues verschafft, dann werdet Ihr muthig zu jeder Aufgabe schreiten,

die Euch im Leben vorkommt, Ihr werdet nicht ängstlich fragen: „Wie stark muß das Widerlager und der Bogen im Schluß und am Widerager seyn?“

Ich habe es gleich von vorn herein gesagt, daß ich nur der Vergleichung wegen den Gewölbebau berühren werde, und wir betrachten jetzt noch einige Bögen, um die Aehnlichkeit zu sehen, die das Wesen des Gewölbes mit dem Hängewerke hat.

An den beiden Figuren 39 und 40 versinnlichten wir uns, wie Körper auf schiefen Ebenen herabzugleiten bemüht sind, und daß dieses Herabgleiten um so schneller erfolgen müsse, je schiefer die Ebene sei. Betrachten wir, in diesem Sinne die Fig. 314, 315 und 316, so sehen wir, daß in Fig. 314 und 316 die untersten Gewölbsteine auf die Widerlager nur einen senkrechten Druck ausüben. Die zweite Schicht ruht schon auf einer schiefen Ebene, die aber in Fig. 314 eine geneigtere Lage hat, als in Fig. 316, mithin dort ein größerer Seitenschub Statt findet als hier. So geht das fort, und wir finden weiter, daß dort die vierte Gewölbschicht an sich selbst denselben Seitenschub ausübt als hier die siebente; ferner daß dort die achte Schicht denselben Seitenschub ausübt, als hier die fünfzehnte. Hier sind wir bereits im Schluß, während dort erst noch mehrere Schichten, welche immer größeren Seitenschub ausüben, folgen. — Die Vergleichung mit Fig. 315 wird hiernach leicht werden.

Bleiben wir bei der Betrachtung z. B. der achten Schicht Fig. 314 stehen, so ist es uns klar, daß diese sofort herabgleiten würde, wenn das Gewölbe noch nicht vollendet wäre; die oberen Schichten hindern sie daran, indem sie als Keile mit ihrer natürlichen Last entgegenstreben. Hieraus wird uns sogleich erklärlich, daß jede schiefliegende Schicht auf die nächst obere einen Druck aufwärts ausübt, ganz

so, wie wir es an den Streben des Hängewerkes er- Fig.
kannten.

Wir greifen daher auch, wenn von Verstärkung ge- wölbter Bögen die Rede ist, zu demselben Hülfsmittel wie dort, was wiederholt angedeutet wurde. Der senkrechte Druck und der Seitenschub werden den aufwärtsgehenden Druck stets überwiegen, und wir werden genug gethan haben, wenn wir die Widerlager gehörig stark machten.

In Fig. 329 steht ein Halbkreis mit verstärktem Bo- gen. Er steht frei und soll Widerlager erhalten. Denken wir uns, wie in Fig. 312, den Bogen aus vier Stücken bestehend, von denen beide oberen am meisten Seitenschub ausüben, die beiden unteren aber in Ruhe stehen, so wird in der Stoßfläche bei a der Seitenschub in winkelrechter Rich- tung einfallen; ziehen wir hiernach auf a b die Winkelrechte a c, so können wir c als den Endpunkt des Widerlagers annehmen. Zögen wir die Winkelrechte auf a m, so fiele der Endpunkt in d ein. Besser aber ist es, wir gehen noch über c etwas hin- aus, machen also das Widerlager lieber stärker, als zu schwach.

In Fig. 330 ist nach demselben Verfahren das Wider- 330.
lager für den flachen Bogen gesucht worden.

Ob dieses einfache Verfahren seine vollkommene Rich- tigkeit habe, wird keineswegs behauptet, allein eine Vor- stellung verschafft es uns doch. Es gibt eine Menge sol- cher Linienspiele, die oft ganz aus der Luft gegriffen sind; hier hat man doch einen, wenn auch etwas schwankenden Anhaltpunkt, indem man sagt: in a falle der Seitenschub winkelrecht ein und wolle in dieser Richtung fortwirken.

Daß der bei a in den Strebepfeiler (das Widerlager ist nichts Andres) eindringende Seitenschub nicht nach c in gerader Richtung fortgepflanzt werde, haben wir schon früher eingesehen, aber, wie gesagt, die etwas größere Stärke der Strebe wird nur nützlich seyn. Man muß

dieses jedoch nicht auf's Aeußerste treiben und die größte Stärke für das Beste halten. Es hat Alles in der Welt seine Grenzen und auch hiefür besitzen wir viele schöne Werke, welche der Beschauung, Messung und genauen Untersuchung wohl werth sind.

Die Mathematik, wie gründlich sie auch da und dort in diesen Gegenstand eindringen mag, so ist sie zur Zeit doch noch immer nicht unsere sichere Führerin und wird auch nicht sogleich eine solche werden; denn die Wissenschaft stützt sich auf eine Menge von Erfahrungen, und wir haben doch noch lange nicht alle die dem Baumeister nothwendigen Erfahrungen gemacht. Allerdings schreitet die Wissenschaft in ihren klugen Berechnungen der Erfahrungslehre oft voraus, allein hier sind wir noch lange nicht auf dem Punkte der Vollkommenheit angelangt, wie mancher gelehrte Narr meint. Gestehen ja selbst die Herren Rösling in ihrem Werke über Bogenbau nach beendigter Rechnung wiederholt zu, daß das eben erlangte Ergebniß nicht in vollkommenem Einklange mit der Wirklichkeit stehe! und ein so bescheidnes Zugeständniß muß man ehren. — Aber wie sollte es auch möglich seyn, das, was so vielen Zufälligkeiten unterworfen ist, mit Bestimmtheit zu berechnen? Ich erinnere nur an die verschiedene Festigkeit und Schwere der Bausteine, an die größere oder geringere Güte des Mörtels, welche abhängig ist von der Güte seiner Bestandtheile und deren Behandlung u. s. f. Wer vermag dieses Alles mit Genauigkeit in Rechnung zu bringen!?

Welchen Seitenschub hat wohl ein Bogen ausgeübt welcher, wie man an verfallenen Bauwerken so häufig sieht, noch bis zur Hälfte steht, also durch den guten Mörtel zu einem festen Ganzen verbunden war? Und wir finden gar nicht selten solche Bögen, bei deren Wegreißen kaum das stärkste Brecheisen stark genug ist, die uns klar beweisen, daß

bei ihnen Seitenschub nicht Statt fand, außer in der ersten Zeit, da der Mörtel noch nicht völlig erhärtet war.

Zu Verminderung des Seitenschubs ist, wie schon erwähnt, stark bindender Mörtel sehr zu empfehlen und bei seiner Zubereitung der vorzüglichsten Sorgfalt werth; wenn er trocken geworden, nimmt man die Rüstungen weg.

Wie bei Gebäuden, deren innerer Raum überwölbt ist, in bestimmten Entfernungen Strebepfeiler angebracht sind, ebenso muß dies auch bei Brückengewölben geschehen. Fig. 331 ist der Grundriß der Fig. 329; a und b sind die beiden äußeren Widerlags- oder Strebemauern, wir wir sie in der Ansicht Fig. 329 sehen. Bei einer Breite von 20′, die hier angenommen wurde, ist eine mittlere Strebenmauer c sehr zweckdienlich. d zeigt den rein angelegten Grundpfeiler rechts. — Daß diese Strebemauern mit dem Gewölbe auf's Innigste verbunden werden müssen, darf ich wohl kaum noch erwähnen. — In Bezug auf Brückenbau sind Perronet's Werke. Aus dem Französischen übersetzt von Dietlein. Halle 1820 zu empfehlen. Aus diesem Werke ersieht man zugleich, wie umfassend dieser Gegenstand ist und auf wie mannichfache Dinge man Rücksicht zu nehmen hat. Fig. 331.

Unser gewöhnlicher Häuserbau macht doch ganz gewiß einen sehr einfachen Gegenstand aus; es gehört zu seiner glücklichen Bearbeitung nichts als ein gesunder Menschenverstand und dennoch wird so vielfältig gegen die einfachsten Sätze der Stand- und Gleichgewichtslehre gefehlt. Wie häufig sieht man z. B. auf den Dachbodenräumen mit schlecht versehenen Widerlagern gewölbte Schornsteine, welche auf die Dachverbindungen äußerst nachtheilig einwirken! — So gibt es tausenderlei Dinge, die, so schlecht sie auch seyn mögen, von uns unbeachtet bleiben, während sie bei näherem Beschauen für uns sehr lehrreich seyn würden. Wie oft sehen wir Umfriedigungen an Höfen und Gärten, de-

12*

Fig. ren Thorpfeiler von der Schwere des Thorwegs, wie
332. Fig. 332, zerrissen sind. Nichts ist doch leichter, als einen solchen Thorpfeiler im Stande zu halten; aber man mauert ihn ebenso hoch, wie er war, nun wieder auf, ohne zu überlegen, daß die Schwere des Thorflügels durch einen großen Hebelarm die zu kleine Last des niedrigen Aufsatzes überwältigen könne.

Die scheinbar geringfügigste Erfahrung bereichert unser Wissen; drum wer Augen hat, zu sehen, der sehe!

Berichtigungen.

Seite	31	Zeile	17	v. u.	Tragweite	statt Spannweite.
—	31	—	12	v. u.	Tragweite	— Spannweite.
—	82	—	14	v. u.	□″	statt □′
—	84	—	6	v. o.	sie	statt es.
—	107	—	9	v. u.	punktirten	statt rothen.
—	160	—	14	v. o.	Seitenansicht	statt Seitenschicht.

Werner.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Hederich, Hermann

Anschauliche Statik des Hochbaues oder die gemeinsten Grundzüge der Stand- und Gleichgewichtslehre des Zimmerwerkes in seiner Vergleichung mit dem Mauerwerke

Jena 1849

A.civ. 46 c
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10059361-9